

SANATIEL DE JESUS PEREIRA

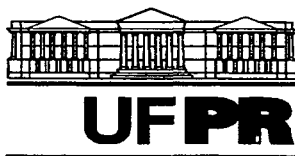
**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DA POLPA
CELULÓSICA DE *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius
(PALMAE) PELO PROCESSO KRAFT**

**Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Doutor em Ciências Florestais.**

**Orientador: Profa. Dra. Graciela Inés Bolzon
de Muñiz**

CURITIBA

2001



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

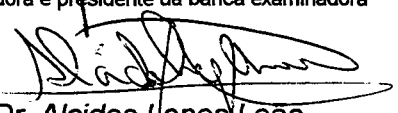
PARECER

Defesa nº 441

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o doutorando *SANATIEL DE JESUS PEREIRA* em relação ao seu trabalho de tese intitulado “*AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DA POLPA CELULÓSICA DE *Maunitia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius (PALMAE) PELO PROCESSO KRAFT*”, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais*.


Dr. Graziela Inês Bolzon de Muñiz

Professora e pesquisadora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR
Orientadora e presidente da banca examinadora


Dr. Alcides Lopes Leão

Professor e pesquisador da Universidade Estadual de São Paulo-Botucatú
Primeiro examinador


Dr. José Mangolini Neves

Do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT)
Segundo examinador


Dr. Moacir Kaminski

Professor e Pesquisador do Departamento de Engenharia Química da UFPR
Terceiro examinador


Dr. Eduardo Cesar Dechechi

Professor e Pesquisador da Pontifícia Universidade Católica do PR
Quarto examinador

Curitiba, 28 de junho de 2001.


Nivaldo Eduardo Rizzi

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Franklin Galvão

Vice-coordenador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa
Maria do Socorro (*Mana*)
e aos nossos filhos
Michelle (*Mic*), **Maclaurin** (*Mac*) e **Lucas Mateus** (*Leãozinho*)
pelos momentos de ausência, devido ao excesso
de dedicação ao trabalho.

AGRADECIMENTOS

- Ao ***Pai amado*** que me sustentou e consentiu a realização deste trabalho;
- À **Universidade Federal do Maranhão - UFMA**, na pessoa do ***Magnífico Reitor Prof. Dr. Othon Bastos*** pela oportunidade dada para realização do Doutorado;
- Ao ***Prof. Paulo Sérgio Lago de Carvalho***, Chefe do **Departamento de Desenho e Tecnologia - DE.DET** da **UFMA**, pela ajuda e compreensão constante na realização deste trabalho;
- À **Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES** pela bolsa de estudos dada para a realização deste trabalho;
- Ao **Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR**, na pessoa do seu Coordenador ***Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi***, pela oportunidade que me foi oferecida para a realização deste curso de Pós-Graduação;
- À ***Profª. Drª. Graciela Inês Bolzon de Muñiz*** pela orientação e amizade constante;
- Ao ***Prof. Msc. Gregório Ceccantini***, doutorando em Biologia na USP, pela ajuda na realização das lâminas foliares e das microfotografias no Laboratório de Botânica na UFPR.
- Ao ***Prof. Dr. Moacyr Kaminski*** pelo chute inicial, seu entusiasmo, tão necessário para a realização deste trabalho.
- À ***Profª. Drª. Berta Morretes*** pela iniciação na anatomia vegetal;
- À ***Profª. Drª Terezinha Rego***, pelo incentivo e entusiasmo constante;
- Ao ***Prof. Dr. Antônio Benedito de Oliveira***, padrinho intelectual e amigo, pela presença constante na minha vida acadêmica, me incentivando e dando o apoio necessário para que este trabalho fosse concluído;
- Ao ***Prof. MS. José de Ribamar Gonçalves*** pela ajuda na determinação das pentosanas no Laboratório de Controle de Qualidade da Faculdade de Farmácia da UFMA;
- Às Mestrandas do Curso de Farmácia da UFMA ***Crisálida Machado***, ***Danielle Rodrigues Simas*** e ***Elizabeth R. Borges***, pela ajuda nos trabalhos de laboratório para determinação das pentosanas;

- À **Prof. Dr.^a Tomoe Nakashima**, Coordenadora do Curso de Farmácia da UFPR, pela ajuda na confecção das vidrarias e da aquisição do orcinol para realização dos ensaios de pentosanas;
- Ao **Prof. Dr. Umberto Klock**, pelos primeiros passos na tecnologia de produção de papel, ensinamentos fundamentais para que este trabalho se realizasse;
- Ao **Prof. Dr. Jorge Luís Monteiro de Matos**, por ter nos cedido o espaço físico da câmara para o condicionamento e realização dos ensaios físicos-mecânicos do papel;
- À acadêmica de Biologia **Daniele Ferreira**, pela ajuda na execução das lâminas foliares;
- À doutoranda em Engenharia Florestal **Silvana Nisgoski**, amiga que me abriu os olhos para a anatomia da madeira e me ensinou a dar os primeiros passos na arte da microtécnica;
- Ao doutorando em Engenharia Florestal **Fernando José Fabrowski**, amigo constante de todas as horas, pela ajuda nos primeiros passos da tecnologia de papel; pelo compartilhamento no caminhar da senda acadêmica.
- Aos **Profs. Dr. José Lívio Gomide e Dr. Benedito Vital**, pela acolhida em nossa visita ao Laboratório de Polpa e Papel da Universidade Federal de Viçosa - UFV e pelas sugestões apresentadas;
- À **Solange Cristina do Nascimento**, Eng^a. Química do Sindicato de Papel e Celulose do Paraná - SINPACEL, pela ajuda dada em todas as vezes em que foi solicitada;
- Ao **Prof. Dr. Edimar Pereira Bastos**, Chefe do Departamento de Química da UFMA, pelo empréstimo das vidrarias e manta para a execução dos experimentos com pentosanas;
- À **Dionéia Calixto de Souza**, Química do Laboratório de Polpa e Papel da UFPR, pela ajuda imprescindível na realização dos ensaios de química da madeira;
- Ao **Prof. Dr. Adilson dos Anjos**, Chefe do Laboratório de Estatística da UFPR, pela ajuda no tratamento estatístico dos dados utilizando a teoria de superfície de resposta;

- Ao acadêmico de Estatística, **Fernando Otávio Barbosa**, pela ajuda na execução dos trabalhos dos tratamentos dos dados pela teoria de superfície de resposta;
- À **Ana Paula Marcondes**, do Centro de Informação Tecnológica - CITEC da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel - ABTCP, pela ajuda constante na aquisição de dados da literatura especializada e a **Patrícia Féra**, assistente de Normalização, pelo fornecimento de Normas e outras informações técnicas;
- Ao **Maurício Pereira Cantão** e **Paulo Henrique Brixel**, responsável e técnico, respectivamente, do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV do Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento (LATEC) da COPEL/UFPR, pela ajuda na obtenção das imagens em MEV;
- Ao Agrônomo **José Guilherme Diniz Dias**, gerente da Fazenda Vila Regina, em Barreirinhas (MA), pela ajuda no fornecimento e coleta das matérias-primas deste trabalho;
- À **D. Maria Sarmiento, José de Ribamar Rodrigues, Antônio Rodrigues, Edilvaldo Rodrigues, Ana Rosa Pereira de Sousa, Luismaria Pereira Rocha, Silvana Silva Carvalho, Maria da Conceição Pereira do Nascimento e Antônio Rocha**, pela ajuda na coleta e prepara das amostras colhidas em Barreirinhas (MA);
- Ao amigo de caminhada e de campo, **Fernando Antônio Ferreira**, pela ajuda na coleta, embalagem e transporte das matérias-primas até Curitiba;
- Aos meus **Amigos** que de forma velada ou explícita, contribuíram, torceram e me acompanharam em todo o transcorrer deste trabalho.

EPÍGRAFE

***O que viemos fazer aqui?
Viemos aprender a amar.***

Lucas Mateus (5 anos)

***A Vida
É como uma conta de
multiplicar de diversas
parcelas,
Se errarmos em uma parcela
Nunca o resultado final vai dar
certo....***

Mac (7 anos)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	07
2.1. PRODUÇÃO DE CELULOSE NÃO-MADEIRA	07
2.2. A FAMÍLIA PALMAE	23
2.2.1. Caracteres Gerais	25
2.2.2. Distribuição Geográfica	26
2.2.3. Classificação	34
2.3. <i>Mauritia vinifera</i> Martius	35
2.3.1. Classificação	35
2.3.2. Características	36
2.3.3. Ocorrência e Habitat	36
2.3.4. Utilidade	37
2.4. <i>Bactris inundata</i> Martius.....	37
2.4.1. Classificação	37
2.4.2. Características	38
2.4.3. Ocorrência e Habitat	38
2.4.4. Utilidade	38
2.5. PROCESSO QUÍMICO DE POLPAÇÃO	39
2.5.1. Processos Alcalinos para a Produção de Celulose	39
2.5.2. O Processo <i>Kraft</i>	40
2.5.3. Variáveis do Processo	41
2.5.3.1. Variáveis Relacionadas à Matéria-prima	42
2.5.3.1.1. Espécie e Qualidade da Matéria-prima	42
2.5.3.1.2. Fatores de Crescimento	44
2.5.3.1.3. Dimensões do Cavaco	45
2.5.3.2. Variáveis Relacionadas ao Cozimento	47

2.5.3.2.1. Teor de Álcali Ativo	47
2.5.3.2.2. Relação Licor-madeira	49
2.5.3.2.3. Tempo e Temperatura	50
3. MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1. MATERIAIS	52
3.2. MÉTODOS	57
3.2.1. Caracterização Física	57
3.2.2. Características Morfológicas	57
3.2.3. Caracterização Química	61
3.2.4. Produção de Celulose	63
3.2.4.1. Processo de Cozimento	63
3.2.4.2. Condições de Cozimento	63
3.2.4.3. Cozimento	64
3.2.4.4. Rendimento em Celulose	65
3.2.4.5. Determinação do Número <i>Kappa</i>	65
3.2.5. Confeção da Folha do Papel	65
3.2.5.1. Refinação	65
3.2.5.2. Formação da Folha para Testes.....	66
3.2.5.3. Acondicionamento das Folhas	66
3.2.6. Ensaio Físico-mecânicos	67
3.2.7. Modelo de Superfície de Resposta	72
3.2.7.1. Delineamento Central Composto	73
3.2.7.2. Matriz do Delineamento	74
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
4.1. DENSIDADE BÁSICA	76
4.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	77
4.3. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA	86
4.4. PRODUÇÃO DE CELULOSE	95
4.4.1. Condições de Cozimento	95
4.4.2. Rendimentos em Celulose	95
4.4.3. Tempo de Refino	97
4.4.4. Características da Celulose	101
4.4.4.1. Índice de Tração	101

4.4.4.2. Índice de Rasgo	103
4.4.4.3. Índice de Arrebentamento	104
4.4.4.4. Permeância ao Ar	105
4.4.4.5. Opacidade	130
4.4.4.6. Alvura	130
4.5. DELINEAMENTO CENTRAL COMPOSTO	131
4.5.1. Alvura	131
4.5.2. Opacidade	133
4.5.3. Porosidade	135
4.5.4. Índice de Tração	136
4.5.5. Índice de Rasgo	138
4.5.6. Índice de Estouro	141
4.5.7. Rendimento	143
4.5.8. Número Kappa	146
5. CONCLUSÕES	150
REFERÊNCIAS	152
ANEXO 1	166
ANEXO 2	167

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	1	-	REGIÕES DE OCORRÊNCIA DAS PALMEIRAS NAS AMÉRICAS	24
QUADRO	1	-	DADOS DE OCORRÊNCIA DAS PALMEIRAS NO BRASIL E PAÍSES AMERICANOS	33
FIGURA	2	-	LOCAL AMOSTRAGEM	53
FIGURA	3	-	COLETA DE MATERIAL EM CAMPO - <i>Bactris inundata</i> Martius	54
FIGURA	4	-	COLETA DE MATERIAL EM CAMPO - <i>Mauritia vinifera</i> Martius.....	55
FIGURA	5	-	SECAGEM NATURAL DA MATÉRIA-PRIMA	56
FIGURA	6	-	VEGETAÇÃO CILIAR DO RIO PREGUIÇA	56
QUADRO	2	-	CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS SEGUNDO O COEFICIENTE DE FLEXIBILIDADE	60
QUADRO	3	-	QUALIDADE DA FIBRA PARA A PRODUÇÃO DE PAPEL SEGUNDO O ÍNDICE DE <i>RUNKEL</i>	61
QUADRO	4	-	CONDIÇÕES DE COZIMENTO PARA O PROCESSO <i>KRAFT</i> DAS ESPÉCIES <i>Mauritia vinifera</i> E <i>Bactris inundata</i> Martius	64
QUADRO	5	-	MATRIZ DO DELINEAMENTO E VALORES DAS VARIÁVEIS NO EXPERIMENTO	74
TABELA	1	-	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE <i>Mauritia vinifera</i>	79
FIGURA	7	-	FOTOMICROGRAFIA DA LÂMINA FOLIAR DE <i>Mauritia vinifera</i> : A.Corte Transversal 4X; B. Corte Transversal 10X; C. Corte Longitudinal 10X; D.Corte Transversal 40X	80
FIGURA	8	-	FOTOMICROGRAFIA DAS FIBRAS DE <i>Mauritia vinifera</i> : A. Arranjo de Fibras 4x; B. Detalhe da Fibra 40x.....	81
TABELA	2	-	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - “Fibra A”	82
TABELA	3	-	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - “Fibra B”	84
TABELA	4	-	FREQUÊNCIA DOS INTERVALOS DE COMPRIMENTO DAS FIBRAS DE <i>Mauritia vinifera</i> E <i>Bactris inundata</i> Martius	84
FIGURA	9	-	FOTOMICROGRAFIA DA LÂMINA FOLIAR DE <i>Bactris inundata</i> Martius: A.Corte Transversal 4X; B. Corte Transversal 10X; C. Corte Longitudinal 10X; D.Corte Transversal 40X	85
FIGURA	10	-	FOTOMICROGRAFIA DAS FIBRAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius: A. Arranjo de Fibras 4x; B. Detalhe da Fibra 40x	86
TABELA	5	-	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ESPÉCIES PAPELEIRAS	87
TABELA	6	-	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ESPÉCIES <i>Mauritia vinifera</i> Martius E <i>Bactris inundata</i> Martius	90
TABELA	7	-	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ESPÉCIES PAPELEIRAS	93
TABELA	8	-	RENDIMENTOS EM CELULOSE DE <i>Mauritia vinifera</i> E DE <i>Bactris inundata</i> Martius NAS DIFERENTES CONDIÇÕES DE COZIMENTO	97
TABELA	9	-	CONDIÇÕES DE COZIMENTO E RENDIMENTO EM CELULOSE DE ESPÉCIES PAPELEIRAS CLASSIFICADAS COMO NÃO-MADEIRAS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS	98
TABELA	10	-	RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Arranjo por Cozimento	106
TABELA	11A	-	RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Refino zero	109
TABELA	11B	-	RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Refino 10	110
TABELA	11C	-	RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Refino 30	111
TABELA	11D	-	RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Refino 40	112

FIGURA	11A	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Tração . A. Cozimento 14/Refino T (BI14-T) - 200X; B. Cozimento 14/Refino T (BI14-T) - 800X; C. Cozimento 14/Refino 10 (BI14-10) - 200X; D. Cozimento 14/Refino 10 (BI14-10) - 800X	113
FIGURA	11B	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Tração . E. Cozimento 14/Refino 30 (BI14-30) - 200X; F. Cozimento 14/Refino 30 (BI14-30) - 800X; G. Cozimento 14/Refino 40 (BI14-40) - 200X; H. Cozimento 14/Refino 40 (BI14-40) - 800X	114
FIGURA	12A	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Rasgo . A. Cozimento 8/Refino T (BI8-T) - 200X; B. Cozimento 8/Refino T (BI8-T) - 800X; C. Cozimento 8/Refino 10 (BI8-10) - 200X; D. Cozimento 8/Refino 10 (BI8-10) - 800X	115
FIGURA	12B	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Rasgo . E. Cozimento 8/Refino 30 (BI8-30) - 200X; F. Cozimento 8/Refino 30 (BI8-30) - 800X; G. Cozimento 8/Refino 40 (BI8-40) - 200X; H. Cozimento 8/Refino 40 (BI8-40) - 800X	116
FIGURA	13A	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Arrebentamento . A. Cozimento 4/Refino T (BI4-T) - 200X; B. Cozimento 4/Refino T (BI4-T) - 800X; C. Cozimento 4/Refino 10 (BI4-10) - 200X; D. Cozimento 4/Refino 10 (BI4-10) - 800X	117
FIGURA	13B	- MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Bactris inundata</i> Martius - Propriedade de Arrebentamento . A. Cozimento 4/Refino 30 (BI4-30) - 200X; B. Cozimento 30/Refino T (BI4-30) - 800X; C. Cozimento 4/Refino 40 (BI4-40) - 200X; D. Cozimento 4/Refino 40 (BI4-40) - 800X	118
TABELA	12	- RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius - Arranjo por Cozimento	119
TABELA	13A	- RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius - Refino zero	122
TABELA	13B	- RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius - Refino 25	123
TABELA	13C	- RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius - Refino 50	124
TABELA	13D	- RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius - Refino 75	125
FIGURA	14A	- MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius. Propriedade de Tração e Arrebentamento . A. Cozimento 2/Refino T (MV2-T) - 200X; B. Cozimento 2/Refino T (MV2-T) - 800X; C. Cozimento 2/Refino 25 (MV2-25) - 200X; D. Cozimento 2/Refino 25 (MV2-25) - 800X	126
FIGURA	14B	- MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius. Propriedade de Tração e Arrebentamento . E. Cozimento 2/Refino 50 (MV2-50) - 200X; F. Cozimento 2/Refino 50 (MV2-50) - 800X; G. Cozimento 2/Refino 75 (MV2-75) - 200X; H. Cozimento 2/Refino 75 (MV2-75) - 800X	127
FIGURA	15A	- MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius. Propriedade de Rasgo . A. Cozimento 9/Refino T (MV9-T) - 200X; B. Cozimento 9/Refino T (MV9-T) - 800X; C. Cozimento 9/Refino 25 (MV9-25) - 200X; D. Cozimento 9/Refino 25 (MV9-25) - 800X.....	128
FIGURA	15B	- MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE <i>Mauritia vinifera</i> Martius. Propriedade de Rasgo . A. Cozimento 9/Refino 50 (MV9-50) - 200X; B. Cozimento 9/Refino 50 (MV9-50) - 800X; C. Cozimento 9/Refino 75 (MV9-75) - 200X; D. Cozimento 9/Refino 75 (MV9-75) - 800X.....	129
QUADRO	6	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALVURA EM <i>Bactris inundata</i>	131
QUADRO	7	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALVURA EM <i>Mauritia vinifera</i>	132
GRÁFICO	1	- EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL OPACIDADE EM <i>Bactris inundata</i> Martius	133
GRÁFICO	2	- EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL OPACIDADE EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	134
GRÁFICO	3	- EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL POROSIDADE EM <i>Bactris inundata</i> Martius	134
QUADRO	8	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA POROSIDADE EM <i>Mauritia vinifera</i>	135

QUADRO	9	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE TRAÇÃO EM <i>Bactris inundata</i>	136
GRÁFICO	4	- EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL ÍNDICE DE TRAÇÃO EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	137
QUADRO	10	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE RASGO EM <i>Bactris inundata</i>	138
GRÁFICO	5	- SUPERFÍCIE DE RESPOSTA ESTIMADA PARA A VARIÁVEL ÍNDICE DE RASGO EM <i>Bactris inundata</i> Martius	139
QUADRO	11	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE RASGO EM <i>Mauritia vinifera</i>	140
QUADRO	12	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE ESTOURO EM <i>Bactris inundata</i> Martius	141
QUADRO	13	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE ESTOURO EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	142
QUADRO	14	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RENDIMENTO EM <i>Bactris inundata</i> Martius	143
GRÁFICO	6	- SUPERFÍCIE DE RESPOSTA ESTIMADA PARA A VARIÁVEL RENDIMENTO EM <i>Bactris inundata</i> Martius	144
QUADRO	15	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RENDIMENTO EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	145
QUADRA	16	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO <i>KAPPA</i> EM <i>Bactris inundata</i> Martius	147
GRÁFICO	7	- SUPERFÍCIE DE RESPOSTA AJUSTADA PARA A VARIÁVEL NÚMERO <i>KAPPA</i> EM <i>Bactris inundata</i> Martius	148
QUADRO	17	- ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO <i>KAPPA</i> EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	148
GRÁFICO	8	- SUPERFÍCIE DE RESPOSTA AJUSTADA PARA A VARIÁVEL NÚMERO <i>KAPPA</i> EM <i>Mauritia vinifera</i> Martius	149
ANEXO	1	- CONVERSORES DE VALORES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS PARA O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.	166
ANEXO	2	- RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS	167

LISTA DE SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABTCP	- Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
AC	- Acre
AI	- Alagoas
AM	- Amazonas
BA	- Bahia
CE	- Ceará
CITEC	- Centro de Informação Tecnológica
COPANT	- Comisión Panamericana de Normas Técnicas
COPEL	- Companhia Paranaense de Energia Elétrica
ES	- Espírito Santo
GO	- Goiás
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LATEC	- Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento
MA	- Maranhão
MEV	- Microscopia Eletrônica de Varredura
MG	- Minas Gerais
MT	- Mato Grosso
N	- Norte
NSSC	- <i>Neutral Sulfite Semichemical Pulp</i>
PA	- Pará
PE	- Pernambuco
PI	- Piauí
PR	- Paraná
RJ	- Rio de Janeiro
RR	- Roraima
RS	- Rio Grande do Sul
S	- Sul
SC	- Santa Catarina
SE	- Sergipe
SP	- São Paulo
TAPPI	- <i>Technical Association of Pulp and Paper Industry</i>
UFMA	- Universidade Federal do Maranhão
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UFV	- Universidade Federal de Viçosa

LISTA DE ABREVIATURAS

B.	- <i>Bactris</i>
Cozto.	- Cozimento
E.	- <i>Eucalyptus</i>
et al.	- Expressão latina abreviada <i>et alli</i> , (=e outros)
ext.	- extremamente
ibid.	- Expressão latina abreviada <i>ibidem</i> , (=na mesma obra)
M.	- <i>Mauritia</i>
P.	- <i>Pinus</i>
sp.	- Relativo à espécie pesquisada
spp.	- Relativo à todas as espécies
BI	- <i>Bactris inundata</i> Martius
MV	- <i>Mauritia vinifera</i> Martius
g.l.	- Grau de liberdade
var.	- variedade

LISTA DE SÍMBOLOS

%	- Por cento
%AS	- Absolutamente Seco (Porcentagem de Peso)
A	- Média das leituras da Resistência ao Arrebentamento
CF	- Coeficiente de Flexibilidade
cm	- Centímetro
<i>cm</i>	- <i>Classical Test Method</i> (TAPPI)
CR	- Comprimento de Auto-ruptura
DA	- Densidade Aparente
e	- Espessura
F	- Força média de tração
FA	- Fator de arrebentamento (estouro)
FAA	- Formaldeído , Ácido Acético e Álcool etílico
FP	- Fração Parede
g	- Grama
G	- Gramatura
IA	- Índice ao Arrebentamento
IB	- Índice de Boiler
IE	- Índice de Enfeltramento
IM	- Índice de Mulsteph
IR	- Índice de Rasgo
<i>IR</i>	- Índice de Runkel
IT	- Índice de Tração
kgf	- Quilograma força
km	- Quilômetro
kN	- Quilonewton
kPa	- Quilopascal
L	- Largura do Corpo-de-prova
m	- Metro
MgO	- Óxido de Magnésio
mm	- Milímetro
mN	- Milinewtons
N	- Newton
n	- Número de folhas ensaiadas em conjunto
Na ₂ O	- Óxido de Sódio
Na ₂ S	- Sulfeto de Sódio
NaHS	- Sulfeto Ácido de Sódio
NaOH	- Hidróxido de Sódio
nm	- Nanômetro
°C	- Grau centígrado
<i>om</i>	- <i>Official Test Method</i> (TAPPI)
°SR	- Grau <i>Schopper Riegler</i>
<i>P</i>	- Permeância ao ar
P	- Resistência ao Arrebentamento (Estouro)
RR	- Resistência ao Rasgo
RT	- Resistência à Tração
s	- Segundo
SI	- Sistema internacional
VEA	- Volume Específico Aparente
µm	- Micra

RESUMO

Este trabalho trata da avaliação das características morfológicas das fibras e das propriedades das polpas celulósicas obtidas à partir das palhas provenientes das folhas das palmáceas *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius pelo processo kraft, utilizando a teoria de superfície de resposta, como tratamento estatístico, para avaliar a influência das variáveis álcali ativo, temperatura máxima e tempo na temperatura máxima no cozimento, tendo em vista, as suas utilizações como matérias-primas alternativas na produção de papel. O álcali ativo foi conduzido em teores de 8,32 a 11,68 %; a temperatura máxima de 157 a 174 °C; e o tempo na temperatura variou de 13 a 47 minutos. Para a sulfidez foi estabelecido um valor constante de 20 %. A relação licor/palha foi estabelecida de 6/1. As pastas celulósicas de *B. inundata* foram submetidas a refinações, em moinho *Jokro*, conduzidas em tempos de 10, 30 e 40 minutos, e de *M. vinifera* em tempos de 25, 50 e 75 minutos. A *M. vinifera* na sua caracterização morfológica apresentou fibras com comprimento médio de 1,60 mm, largura de 10,03 µm, lume de 3,42 µm e espessura da parede de 3,30 µm, classificadas como curtas. *B. inundata* apresentou duas fibras diferenciadas pelas suas características morfológicas. Uma, (Fibra A), com comprimento médio de 0,69 mm, largura de 10,56 µm, lume de 2,63 µm e espessura da parede de 3,97 µm, classificada como curta; outra, (Fibra B), com comprimento médio de 2,33 mm, largura de 7,66 µm, lume de 1,85 µm e espessura da parede de 2,91 µm, classificada como longa. A fibra de *M. vinifera* apresentou, em termos de valores médios, um baixo coeficiente de flexibilidade (34,27%) e um alto índice de enfiamento (165,25). A fibra "A" de *B. inundata* apresentou um baixo coeficiente de flexibilidade (25,12%) e um razoável índice de enfiamento (66,85). A fibra "B" de *B. inundata* apresentou um baixo coeficiente de flexibilidade (24,09%) e um altíssimo índice de enfiamento (313,59). As relações entre as dimensões das fibras indicaram valores que resultariam em papéis com altos índices de rasgos e baixos valores nas outras propriedades físico-mecânicas. Foi verificado que embora as fibras celulósicas destas palmáceas não apresentassem, em função das suas características morfológicas, bons coeficientes de flexibilidade e índice de enfiamento, conseguiu-se bons resultados em todas as suas propriedades físico-mecânicas utilizando um refino adequado. Os valores das propriedades físico-mecânicas, em geral, aumentaram com o tempo de refino, observando-se que estas melhorias das propriedades se deveu ao aumento da flexibilidade das fibras e das ligações entre fibras. Estas propriedades foram acompanhadas através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para melhor observar as inter-relações entre as fibras. *M. vinifera* e *B. inundata* apresentaram valores máximos de rendimento de 66,46 e 60,34% respectivamente, bastante altos. Verificou-se que os altos valores de rendimento de polpa celulósica se deveu, principalmente, aos altos teores de celulose (69,41 e 65,48%, respectivamente) e pentosanas (16,10 e 7,6%, respectivamente) que estas palhas apresentaram. O tratamento estatístico demonstrou que o álcali ativo, dentro de um intervalo de confiança a um nível de 95%, é a variável mais importante na etapa de cozimento. Pelos resultados obtidos, dentro das condições adotadas nestes experimentos, as palhas obtidas à partir das folhas destas espécies, apresentaram boas características tecnológicas para a produção de celulose, sugerindo estas espécies como fontes alternativas não arbóreas de matérias-primas para a produção de celulose kraft.

Palavras-chave: Polpa, Celulose, Papel, Kraft, Palmáceas, *Mauritia*, *Bactris*, Buriti, Tucum.

ABSTRACT

This work aims at making an evaluation of the morphological characteristics and properties of fibers and pulps obtained by the Kraft process from straws of leaves of the palms *Mauritia vinifera* Martius and *Bactris inundata* Martius. As statistic mean, the surface response theory was used to best evaluate the influence of the variables active alkali, maximum temperature and time at maximum temperature during baking and preparation of the pulp as raw material alternative to produce paper. The active alkali varied from 8,32 to 11,68%; the maximum temperature, from 157 to 174 °C; and the time at maximum temperature, from 13 to 47 minutes. It was set a constant value of 20% for the sulfidity and a 6/1 liquor/straw ratio. The *B. inundata* pulps were submitted to refining in *Jokro* mill, in times of 10, 30 and 40 minutes, and the *M. vinifera*, in times of 25, 50 and 75 minutes. The morphological characterization of the *M. vinifera* presented average fiber length of 1,60 mm, width of 10,03 µm, lumen width of 3,42 µm and cell-wall thickness of 3,30 µm, classified as short. *B. inundata* presented two different fibers at their morphological characteristics: Fiber A, with average fiber length of 0,69 mm, width of 10,56 µm, lumen width of 2,63 µm and cell-wall thickness of 3,97 µm, classified as short; Fiber B, with length of 2,33 mm, width of 7,66 µm, lumen width of 1,85 µm and cell-wall thickness of 2,91 µm, classified as long. The fiber of *M. vinifera* presented low average values of coefficient of flexibility of 34,27%, and a high felting index of 165,25. The fiber "A" of *B. inundata* presented a low coefficient of flexibility of 25,12%, and a rather high felting index of 66,85. The fiber "B" of *B. inundata* presented a low coefficient of flexibility of 24,09%, and a high felting index of 313,59. The relationship between the dimensions of the fibers indicated values that would result in papers with high tear indexes and low values in the other physical-mechanical properties. Although the morphological characteristics of the fibers of these palms did not present good coefficient of flexibility and felting index, good results were obtained for all physical-mechanical properties using an appropriate refine. In general, the physical-mechanical properties values increased with the refining time, being observed that these improvements were due to the increase of the fibers flexibility and the connections between them. To best observe the interrelations among the fibers, these properties were monitored through sweeping electronic microscopy). *M. vinifera* and *B. inundata* presented quite high maximum yield values of 66,46% and 60,34%, respectively. It was verified that these high yield values were mainly due to the high straw cellulose content of 69,41% and 65,48%, respectively, and pentosans content of 16,10% and 7,6%, respectively. The statistical treatment demonstrated that the active alkali, at a 95% confidence level interval, is the most important variable in the pulp preparation stage. Within the conditions adopted in these experiments, the results indicate that the straws obtained from the leaves of these species presented good technological characteristics for the cellulose production, which suggests that they can be taken as non-wood alternative source of raw materials for the production of cellulose Kraft.

Key Words: Pulps, Cellulose, Paper, Kraft, Palms, *Mauritia*, *Bactris*, Buriti, Tucum.

1. INTRODUÇÃO

Sem dúvida nenhuma, as palmeiras são reconhecidas por qualquer ser humano, vistas ao vivo ou por qualquer meio de comunicação visual, pois distinguem-se facilmente de qualquer outro vegetal existente na face da terra. As suas características morfológicas e anatômicas, com seu estipe longo e alto, que termina numa coroa exuberante de grandes folhas em forma de plumas de aves ou de leque, confere às palmeiras uma fisionomia que as distingue dos demais seres vegetais e que podem facilmente ser tomadas como o símbolo das ensolaradas regiões tropicais intensivamente exploradas pelas companhias de turismo de todo o mundo. Príncipes do Reino Vegetal, não se encontram outras espécies de plantas que as superem pela beleza e majestade, tornando-as por isso preferidas na ornamentação de grandes ambientes, tanto livres como fechados, em todo o mundo. A palmeira *Mauritia vinifera* foi considerada pelo botânico brasileiro CAVALCANTE¹ (1974) citado por KAHN (1997), como a palmeira mais bela de toda a Amazônia, talvez pela sua estatura avantajada, de frutos comestíveis avermelhados e luminosos e pela sua copa soberba de folhas que podem chegar até seis metros de comprimento.

As palmeiras realmente constituem uma família típica, não possuindo nenhuma relação ou afinidade com outro tipo arbóreo, portanto, são únicas no Reino Vegetal. Segundo MOSCOSO (1945), a palmeira é o símbolo da “Vitória”, da “Imortalidade” e da “Alegria”. Entre os antigos era o símbolo da “Constância”, da “Paciência” e da “Fecundidade”. Cita, que a Igreja Católica usa ainda hoje as folhas das palmeiras no “Domingo de Ramos”, para recordar a entrada triunfal de Jesus em Jerusalém. Nas festas populares do Brasil, principalmente no Nordeste, costuma-se ornamentar com palmeiras as áreas onde se realizam os festejos como um símbolo inconsciente da “Alegria”. As palmeiras se encontram introduzidas na simbologia de diversas culturas através dos tempos. As palmeiras são realmente plantas muito antigas. Na Europa continental já foram encontrados fósseis de palmeiras que indicam que essa região foi, em diferente era, coberta por palmeiras, e nos Estados

¹ CAVALCANTE, P.B. 1974. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. Ser. Publicações Avulsas 27, T II, 74p.

Unidos foram encontrados fósseis nos estados de Washington e Oregon (MOSCOSO, 1945).

A riqueza de espécies distribuídas, principalmente, entre os Trópicos de Capricórnio e Câncer, é motivo de controvérsias com relação ao número de espécies entre botânicos do mundo inteiro que já se aventuraram a contá-las. Alguns dizem que somam 150 gêneros e 3500 espécies (CRONQUIST, 1968), enquanto que BENTHAM e HOOKER² (1862), citados por MOSCOSO (1945), afirmam que só existem 1500 espécies. Para KAHN (1997), a família das palmeiras compreende um pouco mais de 200 gêneros e 2800 espécies. HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995) afirmaram que são, aproximadamente, 200 gêneros e 1500 espécies de palmeiras em todo o mundo, e que destas, 67 gêneros e 550 espécies ocorrem naturalmente nas Américas.

A maior parte dos autores encontrados na literatura sobre palmeiras concordam que a maior área de ocorrência das mesmas, nas Américas, está na Região Amazônica, que inclui uma área aproximada de 6,5 milhões de quilômetros quadrados de extensão. HENDERSON (1994) estimou que 34 gêneros e 189 espécies e variedades ocorrem nessa região. MOSCOSO (1945), de forma pragmática, disse que parece ser o Brasil a pátria das palmeiras americanas.

Se as palmeiras se encontram num campo de disputa entre botânicos taxonomistas para melhor classificá-las, o mesmo não se pode dizer quanto à pesquisa em ciência e tecnologia para melhor aproveitá-las como matérias-primas disponíveis e versáteis em diferentes campos da industrialização no Brasil. Muito pouca literatura é encontrada na área de exploração tecnológica das palmeiras, deixando, apenas disponíveis, informações que seguem métodos e técnicas artesanais, sem um valor econômico contábil para a maior parte dos países que utilizam este recurso natural. Este fato é lamentável principalmente quando é reconhecida a existência do vegetal na forma nativa em uma área extraordinária de

² BENTHAM, G. e HOOKER, J.A. *Genera Plantarum*, 1862.

um país como o Brasil, que precisa desenvolver áreas de trabalho para populações indigentes nas regiões norte e nordeste, onde as palmeiras ocorrem naturalmente.

O valor econômico das palmeiras é reconhecido por muitos autores (SILVA, 1971), entretanto as suas diversas utilizações seguem o modelo extrativista brasileiro para as espécies de madeiras tropicais, sem que exista uma preocupação governamental com o desenvolvimento de tecnologias que possam agregar maiores valores a estas matérias-primas.

Seguindo o modelo extrativista, algumas palmeiras já tiveram importância econômica muito maior, como o babaçú (*Orbignia martiniana*) e a carnaúba (*Copernicia cerifera*) utilizadas, respectivamente, na exploração do óleo e da cera, que pelo desenvolvimento de produtos sintéticos e do aparecimento de novas espécies cultivadas, deixaram de ter importância econômica nas regiões em que ocorrem. Entretanto, novos produtos estão sendo incorporados na cultura mundial criando novos hábitos de consumo de produtos oriundos das palmeiras, como o palmito, já consagrado como produto nobre, e sucos, ambos provenientes do gênero *Euterpe* que aparecem de forma tímida, mas crescente no mercado de consumo. A *Elaeis oleifera*, entre outras, de grande importância econômica, até hoje continua sendo explorada na obtenção do óleo de uso doméstico conhecido no Brasil como óleo-de-dendê.

Segundo MOSCOSO (1945), depois das Gramíneas, as palmeiras são as plantas que prestam mais utilidade ao homem. Cita que dos seus diferentes órgãos vegetativos se extraem proteínas, amidos, óleos, manteiga, açúcar, frutos e sementes comestíveis, palmito, madeira, fibras para vestuários, cordoaria, redes, resinas, gomas, cera, vinho (sucos), álcool, vinagre, etc. Com suas folhas se cobrem habitações, fabricam abanos, chapéus, cestos e uma infinidade de utensílios que são amplamente utilizados no uso doméstico nas zonas rurais (FREIRE, 1996).

Em países do oriente, as palmeiras, em especial a tamareira (*Phoenix dactylifera*), são consideradas como uma das maiores riquezas dessas regiões e extensivamente cultivadas, em grandes áreas, produzindo frutos para consumo e

exportação. Formam zonas típicas com microclimas influenciados pelas próprias palmeiras que, com suas copas, conseguem absorver a radiação solar, impedindo que o solo e o ar se aqueçam demasiadamente. Por apresentarem estipes finos não se constituem um obstáculo à circulação do vento, refrescando o ambiente e permitindo que o homem possa viver em clima onde a temperatura pode chegar até 60 graus centígrados, formando, dessa maneira, os grandes oásis (ALVES e DEMATTÊ, 1987).

KAHN (1997) comenta que, da mesma forma que em outras regiões do mundo, as palmeiras da Amazônia precisam ser melhor exploradas e que o uso e consumo dos produtos oriundos destas palmeiras pelas populações nativas mostra o grande potencial que existe dessas matérias-primas no aparecimento de vários produtos industrializados, principalmente na área de alimentos.

A valor econômico do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) como fonte fornecedora de vinho de açaí, obtido a partir do fruto, a muito tempo é reconhecido por se constituir como uma fonte de alimento consumido em larga escala pela população da região norte do Brasil, principalmente na cidade de Belém do Pará (CALZAVARA, 1987,1972; COSTA *et al.*, 1974). Atualmente este vinho está sendo consumido no resto do Brasil.

MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975) propõem a exploração do palmito e da utilização do estipe da *Euterpe oleracea* na produção de papéis com características comerciais na tentativa de explorar integralmente esta palmeira. Esta proposta já havia sido anteriormente feita por COSTA *et al.* (1974) onde analisam as perspectivas para o aproveitamento integral da palmeira de açaí. NOGUEIRA (197-) em seu estudo sobre o aproveitamento racional da *Euterpe oleracea* na produção de palmito aponta como um dos aproveitamentos do estipe, resíduo no seu processo, a produção de papel, por possuir celulose de alta qualidade que apresenta uma elevada resistência ao rasgo. Sendo que estas pesquisas foram feitas na década de setenta, do Século passado, muito pouco foi feito para que estas propostas fossem concretizadas.

DUEÑAS (1997) comentando a origem do papel nas civilizações ameríndias, diz que da palmeira chamada *izote (izotl)* os antigos mexicanos produziam um dos seus tipos de papel, demonstrando com isso que esta matéria-prima já tem antecedentes papeleiros precisando somente ativar de novo a sua vocação para esta área de aproveitamento industrial.

Entretanto, não são encontrados na literatura maiores exemplos da utilização de matéria-prima alternativa na produção de papel, como na Índia, onde uma grande porcentagem da produção de polpa de celulose e papel é produzida a partir do bambu, matéria-prima nativa e amplamente cultivada para fins papeleiros.

OBJETIVO GERAL

Considerando o real potencial que representam as palmeiras no Brasil, particularmente da região amazônica do norte e nordeste, como matérias-primas alternativas em várias áreas de utilização industrial, à partir do emprego, total ou parcial, desses vegetais, este trabalho tem por **Objetivo Geral** a caracterização tecnológica das pastas celulósicas, obtidas pelo processo alcalino ao sulfato (*Kraft*), a partir das folhas das espécies das palmáceas *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius tendo em vista a sua utilização como matéria-prima alternativa na produção de papel.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho tem por **Objetivos Específicos**:

1. Determinar as características morfológicas das fibras celulósicas obtidas à partir das folhas das palmáceas *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius e fornecer subsídios para os seus usos na obtenção de polpa e papel, baseados nas principais relações das suas dimensões;

2. Determinar a composição química das folhas e sua influência na pasta celulósica, tendo em vista a sua utilização como matéria-prima para a produção de papel;

3. Investigar os efeitos das principais variáveis do cozimento na produção da pasta celulósica, utilizando o processo *kraft*, e suas influências nas propriedades das pastas obtidas;

4. Determinar as características e propriedades das pastas celulósicas obtidas com as folhas destas espécies, pelo processo sulfato (*kraft*), em frente a diferentes tempos de refinação em moinho *Jokro-Muhle*;

5. Avaliar, de acordo com os resultados obtidos, o valor potencial da celulose de *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius como matérias-primas alternativas nas possíveis áreas de utilização da indústria papeleira;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PRODUÇÃO DE CELULOSE NÃO-MADEIRA

Apesar da matéria-prima básica para a produção de mais de 90% da polpa celulósica no Brasil e em quase todo mundo ser a madeira, proveniente de coníferas e folhosas, um segmento emerge de uma forma tímida, muitas das vezes motivada por necessidades regionais. Este segmento, que no mundo todo se caracteriza como celulose não-madeira ou "*non-wood*" na literatura de língua inglesa, apareceu para suprir necessidades básicas de fornecimento de matéria-prima em algumas indústrias de países em desenvolvimento, que não possuem as reservas necessárias de madeira ou para a substituição da madeira em determinado seguimento industrial, que pode utilizar outros tipos de materiais disponíveis em substituição à madeira. Apesar de todos os esforços, a produção de pasta à partir de materiais classificados como não-madeira, não chegam a 10% de toda produção mundial de polpa (MACLEOD, 1988).

Entretanto, consideramos que um dos pontos mais significantes neste processo de substituição da madeira, seja a utilização de matérias-primas regionais, que de forma nativa compõem a flora de uma pequena ou grande área de uma região ou país que possa, através de pesquisa em Ciência & Tecnologia, se mostrar com perfis vocacionais para o ramo papeleiro.

O Brasil por apresentar uma enorme extensão territorial, e sendo o quinto maior país do mundo e o primeiro em área florestal tropical, tem demonstrado um total descaso aos recursos naturais existentes em detrimento do desenvolvimento regional, que poderia ser assegurado com a implantação de indústrias planejadas para utilização destas matérias-primas.

O aproveitamento de matérias-primas regionais para fabricação de pasta celulósica, papel de maneira geral e especificamente, papel para embalagem no Brasil, já foi motivo de discussões (LEONARDOS e CAMPOS, 1976) e dado o passo inicial para a fomentação da criação de indústrias que venham a utilizar recursos naturais extraídos da flora regional.

CIARAMELLO e AZZINI (1971b) estudaram, utilizando processos alcalinos, variedades de quenafe visando a produção de matéria-prima para celulose e papel baseados no fato de que mais de 200 espécies de plantas do gênero *Hibiscus* existem de forma nativa, ou em cultivo, nas regiões tropicais e subtropicais do globo, e que o *Hibiscus cannabinus* Lin. (quenafe) se sobressai como uma das principais fontes produtoras de fibras liberianas. Os papéis produzidos nesses experimentos apresentaram boas características físico-mecânicas comparadas à polpa de madeira.

Bagaço de cana, palha de arroz, quenafe e juta estão entre as matérias-primas mais comumente utilizadas em indústrias de papel indianas, especialmente nas pequenas indústrias de papel que produzem principalmente papéis não-branqueados, incluindo papéis de embalagem. RITA, KARIRA e DHAWAR (1993) produziram, na Índia, um papel de embalagem de propriedades físico-mecânicas superiores às pastas de fibras longas, utilizando uma mistura de polpa de fibras curtas à partir do bagaço de cana e polpa de fibras longas de quenafe e “hessian”.

SAIKIA, ALI, e SARMA (1995) cultivando, também na Índia, cinco variedades de quenafe (*Hibiscus cannabinus*) para avaliar suas possibilidades como uma fonte alternativa de matéria-prima para a substituição da madeira nas indústrias de polpa, papel e celulose, obtiveram propriedades físico-mecânicas comparáveis com aquelas polpas convencionais, utilizando processos alcalinos.

TOUZINSKY, CUNNINGHAM e BAGBY (1980) avaliaram em laboratório o *Hibiscus cannabinus* utilizando o processo termomecânico e soda, buscando conhecer as suas propriedades para utilização como matéria-prima papeleira.

Segundo KALDOR (1992), a análise do custo de produção do quenafe (*Hibiscus cannabinus*), indica que o mesmo pode ser uma alternativa para suprir necessidades futuras de demanda de polpa, com um ganho ambiental na redução da dependência do cultivo de plantações e de fontes de florestas nativas.

Quatro espécies de sisal (*Agave*) tiveram as características anatômicas de suas folhas analisadas por AZZINI e CIARAMELLO (1977) visando a sua utilização como suprimento de matéria-prima em indústrias brasileiras de celulose. Nesse estudo as espécies analisadas, *Agave sisalana*, *A. sisalana*, *A. marginata*, *A. fourcroydes* e *A. amaniensis*, tiveram suas fibras classificadas como longas, se aproximando bastante das fibras das coníferas. AZZINI *et al.* (1989) pesquisaram a caracterização tecnológica de híbridos de sisal, com objetivos papeleiros, sem contudo encontrar superioridade destes sobre o sisal comum.

A espécie *Agave sisalana*, praticamente a única cultivada no Brasil, foi introduzida na Bahia em 1903, e em 1906, em São Paulo. Pelas suas propriedades tecnológicas, tem apresentado uma crescente valorização para fins celulósicos, principalmente para a produção de papéis especiais (SOBRINHO, 1980; REBOUÇAS e MARTINS, 1985; AZZINI *et al.*, 1989).

Segundo SILVA *et al.* (1983), é possível obter-se celulose de fibras longas altamente competitivas a partir do sisal, com aplicações diferenciadas que podem alcançar mercados distintos como o de papéis especiais (*kraft* natural e branco, porosos, cigarros, impregnação, isolantes e *tissue*), o de celulose modificada (nitrocelulose, rayon e celulose regenerada) e o de polpa fofa absorvente. Concluiu, que a consequência maior e mais significativa consiste no fato de ser possível obter-se celulose, energia de biomassa, álcool e ração animal à partir do sisal cultivável em regiões carentes de alternativas de utilização econômica, liberando outras áreas para a produção de madeira e de alimentos.

O bagaço de cana e o bambu são os materiais mais pesquisados até hoje em diversos países, inclusive o Brasil, dentro dos classificados como não-madeira, como matérias-primas alternativas para a produção de polpa celulósica em substituição à madeira. No mundo todo ATCHISON (1962, 1964, 1971, 1974, 1983) tem sido a referência como o maior incentivador da utilização do bagaço como fonte alternativa para produção de celulose nas indústrias papeleiras.

A pasta celulósica a partir do bagaço de cana já é uma realidade em muitos países da América Latina como Colômbia, México, Peru, Cuba e Argentina, fazendo com que as fábricas estejam cada vez mais investindo em novas tecnologias para assegurar maior produtividade e qualidade na polpa produzida. Pela literatura depositada, verificamos que ATCHISON *ibid.* tem dispensado todo o seu tempo nos últimos quarenta anos em Pesquisa & Desenvolvimento de polpa e papel com matérias-primas classificadas como não-madeira, como consultor, principalmente no emprego do bagaço de cana.

Segundo RUSSO (1975), a primeira informação do uso do bagaço para a produção de celulose e papel data de 1844, na França, onde se utilizou bagaço de cana da Martinica. No Século XIX oito fábricas foram montadas nos Estados Unidos visando o aproveitamento do bagaço na produção de um papel que, entre outros, substituísse o papel de imprensa. Em 1908 apareceu no Rio de Janeiro a primeira fábrica de papel, que, no entanto, teve um curtíssimo tempo de três meses de funcionamento.

RUSSO *ibid.* chama a atenção para o índice de enfiamento (relação comprimento/diâmetro da fibra) das fibras de bagaço como uma propriedade interessante em frente às coníferas e folhosas. Enquanto as folhosas possuem uma relação 50:1, as coníferas 75:1, as fibras do bagaço atingem uma relação de 85:1. As suas propriedades químicas são também interessantes, porquanto possuem características químicas definidas com menos lignina, mais pentosanas e seu conteúdo de alfa-celulose é menor que nas coníferas. Ainda RUSSO *ibid.* adverte que o incremento do uso do bagaço de cana para a produção de celulose, como matéria-prima alternativa, tem estimulado também o aparecimento de novos processos. Nesse sentido caminham as pesquisas no Brasil.

As características anatômicas, químicas e celulósicas do bagaço de quatro variedades de cana-de-açúcar foram estudadas por BARRICHELLO, FOELKEL e BRITO (1976), utilizando, para a produção de celulose, o processo soda. Neste trabalho foram enumeradas as principais vantagens e desvantagens do bagaço que precisam ser consideradas quando se pensa em converter esse material em pasta

celulósica. Entre as principais vantagens citam: a) geração constante como subproduto da industrialização da cana; b) pode ser obtido em polos centralizadores, ao contrário de outros resíduos, provenientes de outras culturas, que apresentam uma ampla faixa de distribuição e dispersão; c) utilização tradicional como combustível, podendo ser substituído por outro combustível pelo seu maior valor quando convertida em celulose; d) se apresenta sobre a forma desfibrada facilitando, com isso, o seu cozimento; e) possui alto teor de polissacarídeos, baixo teor de lignina, alto rendimento em celulose e custo relativamente baixo. E sobre a madeira, afirmam que tem a vantagem de ser produzida anualmente, saindo dos ciclos que variam de 5 a 15 anos. Entre as desvantagens citam: a) manuseio do material; b) necessidade de armazenamento e preservação sob condições uniformes de modo a minimizar as perdas de fibras e manter uma qualidade homogênea na produção; c) emprego, num curto espaço de tempo, de uma grande quantidade de mão-de-obra; d) perigo de fogo no armazenamento de grandes quantidades de bagaço; e) necessidade de desmedulamento para evitar problemas de qualidade final do papel; f) presença de altos teores de sílica que exigem a sua remoção no processo industrial. Os comprimentos médios das fibras das variedades ensaiadas variaram de 1,11 a 1,30 mm; os comprimentos mínimos variaram de 0,65 a 0,87 mm e os comprimentos máximos variaram de 1,87 a 2,41 mm. A largura média das fibras variou de 19,6 a 21,3 μm e o diâmetro médio dos lumes de 10,0 a 11,6 μm . A espessura média das paredes das fibras variou de 4,6 a 5,0 μm . As relações encontradas entre as dimensões das fibras se aproximaram dos valores normalmente encontrados para folhosas. Os rendimentos das celulosas não-branqueadas se mantiveram altos entre 53,1 e 58,8 para valores variáveis de número *kappa* (entre 13,0 e 38,9). Os teores de cinzas das fibras acompanharam a tendência de alta das monocotiledôneas variando de 0,4 a 0,6.

A obtenção de pasta de alto rendimento a partir de bagaço de cana foi exaustivamente pesquisada por NEVES (1985) que, utilizando processos quimiotermomecânicos, analisou a influência das principais variáveis na obtenção da pasta. MEDEIROS e ROSSI (1985) investigaram o comportamento do bagaço industrialmente tratado (parcialmente desmedulado) com o bagaço integral, através dos efeitos das variáveis do processo soda a quente, como tempo de cozimento e

concentração do reagente na qualidade final da pasta. Concluíram, nesse trabalho, que o bagaço parcialmente desmedulado apresenta melhor rendimento relacionado ao peso do bagaço original, que o aumento da concentração de Na_2O acima de 12% não apresentou grande influência no rendimento, que o melhor rendimento é obtido com o bagaço parcialmente desmedulado a 30 minutos de cozimento à temperatura máxima de 165°C. Em relação às propriedades mecânicas, o bagaço integral apresentou, em média, resultados melhores de resistência à tração, enquanto que o rasgo e estouro apresentaram melhores resultados com o bagaço parcialmente desmedulado.

A análise econômica feita por GARCIA, HECTOR e LUNA (1993), evidencia que, devido ao desenvolvimento do programa do álcool no Brasil, há disponibilidade de uma grande quantidade de bagaço excedente de produção que poderia ser utilizada na obtenção de pastas de alto rendimento, que atingiria diversos pontos, como a valorização do bagaço como matéria-prima e retorno de caráter e valor ecológico. A isso se somaria a criação de novas fontes de trabalho que auxiliariam no desenvolvimento regional e na melhoria da qualidade de vida de algumas regiões brasileiras, particularmente do Nordeste. HUNSIGUI, SINGH e SOLOMON (1995) acreditam que o bagaço é a futura fibra dos trópicos e sub-trópicos para as indústrias de polpa e papel. Em comparação com o *Eucalyptus*, dizem que o bagaço dá baixo rendimento (por exemplo, 44-50% para 74-78%) entretanto a polpa branqueada é mais resistente, apresenta maiores fatores de estouro (39,1 para 20,9) e rasgo (39,9 para 22,7).

O bambu é outra matéria-prima classificada como não-madeira que apresenta um grande potencial como fonte fornecedora de fibras longas para a indústria papelreira (GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA, 1982). O bambu responde por mais de 60% de toda matéria-prima utilizada nas indústrias de polpa e papel da Índia. A Índia detém uma larga experiência na escolha, coleta, armazenamento e preparação de bambu para ser utilizado na produção de polpa (SADAWARTE e PRASAD, 1978). O bambu é uma gramínea alta de origem principalmente tropical que cresce em bosques monônicos. Devido a esta característica, sua maior ocorrência se verifica no continente asiático, onde aparece espontaneamente

cobrindo grandes superfícies da Índia, Paquistão, Japão, Taywan, Indonésia, Camboja, Vietnã e Birmânia (CORRÊA, LUZ e FRAZÃO, 1977b).

Sem dúvida nenhuma, AZZINI e colaboradores (1977, 78, 79, 80, 83, 84, 86, 88, 89, 92, 93, 96) com vastos trabalhos publicados nestes trinta anos, se apresentam no Brasil como os maiores pesquisadores sobre a matéria-prima bambu, assim como outras classificadas como não-madeira, ou não arbóreas, visando a sua utilização na produção de pasta e papel na indústria brasileira.

AZZINI (1980) estudando os aspectos agronômicos da produção do bambu industrial apresentou, no seu trabalho, a classificação botânica, características anatômicas e agronômicas, propagação vegetativa e sexuada, florescimento e frutificação e produção visando a utilização do bambu como matéria-prima alternativa na indústria de celulose e papel.

Em condições de laboratório, AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978) produziram pastas celulósicas pelo processo alcalino monossulfito a partir da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad para mostrar as principais características desse bambu em relação às propriedades da pasta celulósica obtida por processo sulfato (*Kraft*), de uso generalizado nas indústrias de celulose e papel. Os resultados mostraram que estas propriedades foram semelhantes e, somente o rasgo na celulose sulfato foi maior.

No estudo das potencialidades de *Bambusa vulgaris* para a produção de papéis tipo *kraft*, GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1982) compararam as propriedades dessa espécie com *Pinus elliottii*, matéria-prima considerada por excelência fornecedora de fibras longas. Uma das grandes vantagens apresentadas pelo bambu é o seu crescimento extremamente rápido, apesar de apresentar algumas desvantagens como teores altos de extrativos e elementos minerais. Além destes fatores, o bambu apresentou alto teor de células parenquimáticas, o que ocasionou um baixo rendimento depurado (36,5%) em relação ao *Pinus* (50,1%). Em relação às suas características anatômicas, *B. vulgaris* apresenta fibras com um comprimento médio de 2,75 mm, largura média de 17,23 μ m e diâmetro médio do

lume de 6,85 μm com espessura de parede média de 5,19 micras. Visando a produção de polpa celulósica, GOMIDE (1986) fez um estudo básico sobre a constituição química de *B. vulgaris*. Apesar dos fatores adversos que podem afetar as suas propriedades, GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1982) acreditam que o bambu é uma alternativa de curto e médio prazo para aumentar a disponibilidade de matéria-prima para a produção de polpa de fibra longa pelas indústrias brasileiras. GOMIDE, COLODETTE e CAMPOS (1992) avaliaram o comportamento de *B. vulgaris* para a produção de polpa celulósica utilizando o processo *Kraft* e deslignificação com oxigênio em média consistência e verificaram um rendimento 15% inferior comparativamente ao *Pinus taeda*.

AZZINI (1976) estudando a influência das dimensões dos cavacos nas propriedades da pasta celulósica obtida por processo sulfato (*Kraft*) de *Bambusa vulgaris*, avaliou os principais fatores que interferem nesse processo. Verificou-se, nesse trabalho, que as dimensões dos cavacos influenciaram nos resultados obtidos para o rendimento da celulose, assim como o número *kappa* também foi influenciado pelas dimensões dos cavacos. Os melhores resultados em termos de valores médios de rendimento depurado, número *kappa* e alvura foram 42,2%, 51,6% e 12,5% respectivamente.

Um dos trabalhos mais significativos sobre a ocorrência do bambu em uma região brasileira foi feito por CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977a, 1977b), pesquisando as características papeleras dos bambus nativos da região amazônica do Acre. CORRÊA e FRAZÃO (1994) retornaram posteriormente a esta avaliação, tendo em vista a evolução das pesquisas ocorridas sobre bambu no Brasil e no Mundo nesse período. Avaliações sobre densidade, classificação e características micrométricas das fibras, composição química, qualidade da pasta frente a processos químicos, semi-químicos, mecano-químicos e mecânicos, assim como resultados dos branqueamentos e potencialidade de utilização são apresentados. Ao contrário do bambu exótico (*Bambusa vulgaris*), mais conhecido como bambu da China, existente nas regiões Sudeste e Nordeste, na Amazônia os bambus nativos que recebem a denominação de *taboca*, existem pelo menos em dois gêneros: *Guadua* e *Nastus*. As espécies *Guadua angustifolia*, *Guadua glomerata* e *Guadua morim* ocorrem

principalmente na Ilha de Marajó. *Nastus amazonicus*, existindo principalmente no Alto Purus. A espécie *Guadua superba* cresce nas terras altas do Amazonas e Acre. A densidade encontrada para o bambu pesquisado foi da ordem de 0,64. Os valores médios de comprimento das fibras variaram de 0,95 a 3,6 mm, da largura de 12 a 19 μm , e diâmetro do lume de 6 a 9 μm . A composição química mostrou que o teor de cinzas foi da ordem de 3% e a sílica presente ainda pode constituir grande dificuldade na utilização industrial dessa matéria-prima. A pasta química obtida, por processo kraft modificado, em diferentes cozimentos, teve seu rendimento depurado variando de 37,3 a 44,5%. Os autores do trabalho consideravam que, pelo potencial da área coberta (4.250.000 ha) e dos resultados obtidos, os bambus do Acre se apresentam como uma possibilidade para serem utilizados como matéria-prima na fabricação de pastas e papel, principalmente em unidades de produção de pastas de alto rendimento destinadas a manufatura de papéis de embalagem.

TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988) pesquisaram de forma detalhada a variação e estrutura dos colmos de *Bambusa vulgaris* em cinco diferentes porcentagens da altura dos colmos e verificaram uma variação na estrutura no sentido transversal e longitudinal. Os valores médios do comprimento das fibras apresentaram uma variação de 2,79 a 3,34 mm, a largura uma variação de 18,9 a 20,3 μm , o diâmetro do lume de 4,6 a 5,5 μm , a espessura de 7,2 a 7,8 μm . A densidade básica média variou de 0,67 a 0,81 g/cm³.

AZZINI *et al.* (1988) determinaram a densidade básica do colmo, as características anatômicas e o rendimento em fibras celulósicas em progênies de *Bambusa tuldooides* Munro. Os autores verificaram que as progênies de *B. tuldooides* apresentaram acentuada variação na densidade básica dos colmos, com valores médios variando de 0,407 a 0,712 g/cm³. Os rendimentos, em fibras celulósicas, não apresentaram diferenças significativas entre si, variando de 45,67 a 58,78%, mostrando que essa característica não influencia na densidade básica do colmo. O comprimento médio das fibras celulósicas da espécie *Bambusa tuldooides* (1,97 mm) e o de suas progênies (1,49 a 3,17 mm) ocuparam uma posição intermediária entre as fibras de eucaliptos (1,00mm) e pinus (3,5mm). Verificaram que a menor densidade (0,407g/cm³) foi oriunda de colmos de fibras com maior lume (4,86 micra).

AZZINI e SALGADO (1992) voltam a avaliar quantitativamente o material fibroso e vazios em colmos de bambus das espécies *Bambusa tuldoidea* Munro, *Bambusa vulgaris* Schrad e *Dendrocalamus giganteus* Munro. Verificaram, nesse trabalho, que, para as espécies estudadas, a massa fibrosa dos colmos variou com o diâmetro do colmo, sendo maior nos de menor diâmetro, e que os colmos de *B. tuldoidea* (38,81%), apresentavam o menor teor de vazios no interior dos internódios, em comparação com *B. vulgaris* (46,68%) e *D. giganteus* (53,91%).

A curva de maturação de *Crotalaria juncea* L. em função da densidade básica do caule foi estudada por AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981) visando a produção de celulose para papel. A *Crotalaria juncea* é uma espécie de interesse da indústria de papel de cigarro devido à sua combustibilidade limitada, à ausência de cheiro durante a combustão, às características morfológicas de suas fibras, à sua capacidade de produzir papéis finos, mas fortes, fácil branqueamento e à possibilidade de rotação com outras culturas. Concluíram em seu trabalho que a densidade dos caules de *Crotalaria juncea* permanece praticamente constante a partir de 120 dias (0,213 g/cm³), evidenciando a maturidade das fibras nessa época, e que a utilização industrial de plantas com 90 dias de idade reduz a produção da fábrica por apresentar menor peso por unidade de volume. Nesse trabalho ainda são apresentadas as características micrométricas das fibras liberianas e lenhosas de *Crotalaria juncea* em função da idade da planta. A celulose de *Crotalaria juncea* foi pesquisada por STRAUBE (1973) que concluiu através do seu trabalho que esta espécie apresenta bons valores para o comprimento de auto-ruptura e para a resistência ao rasgo.

Alguns materiais não lenhosos, como soqueira de algodão, malva e sisal, foram caracterizados por CRONIS (1985) visando a avaliação do seu potencial como matéria-prima na fabricação de pasta celulósica. BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983) estudaram, empregando o processo de cozimento sulfato, o aproveitamento dos restos da cultura do algodão como fonte alternativa na produção de fibras celulósicas e chegaram à conclusão que esta matéria-prima apresenta um grande potencial de aproveitamento na indústria de pasta celulósica.

CAHEN *et al.* (1984) fizeram um trabalho detalhado sobre o aproveitamento de restos de culturas agrícolas para obtenção de pastas celulósicas. Neste caso, os restos de cultura a que se referiam eram particularmente de arroz, trigo e soja. Concluíram que, para a produção de pasta, o processo soda mostrou-se adequado para palha de arroz e trigo e inadequado para os restos da cultura de soja que necessitam de maior tempo de cozimento, maior quantidade de reagente, além de apresentar menor rendimento. Utilizando o processo soda em restos de culturas de duas variedades de arroz, estes apresentaram uma variação do valor do rendimento depurado de 34,2 a 43,5%. Utilizando o mesmo processo em restos de cultura de três variedades de trigo, a variação do valor do rendimento foi de 16,1 a 32,5%. Na polpação de restos de cultura de duas variedades de soja, pelo processo sulfato, o rendimento depurado apresentou uma variação de 27,8 a 39,0%. A palha de trigo foi a que apresentou as melhores características físico-mecânicas e, com exceção da resistência ao rasgo, todas foram superiores ao eucalipto e pinus, podendo ser utilizada na produção de todos os tipos de papel que não requerem elevada resistência mecânica, como papéis para escrever, de embrulho e para fins sanitários. DANILAS e CERAGIOLI (1982) produziram pastas celulósicas de palha de trigo por cozimento carbonato-oxigênio e concluíram que as propriedades desta pasta apresentam características comparáveis às das pastas soda, e, de um modo geral, às semi-químicas, embora ligeiramente inferiores.

Um dos trabalhos mais interessantes sobre o uso alternativo da palha e casca de arroz para a produção de papel e papelão, no Brasil, foi feito por GERBER e SACON (1992, 1994). No primeiro trabalho foi empregado, no cozimento, o processo soda semiquímico e obtiveram polpas celulósicas de palha de arroz e casca de arroz com rendimento depurado de 70,2% e 63,9%, respectivamente. No segundo trabalho, que tratou somente da obtenção de pasta celulósica à partir da palha de arroz, o rendimento esteve entre 55,7 a 79,2%, onde foram empregados cozimentos por processo soda semiquímico e cal semiquímico. Neste estudo ficou evidenciado que o aumento da temperatura de impregnação acarretou uma diminuição no rendimento em pasta celulósica e um pequeno aumento nas propriedades físico-mecânicas, exceto a resistência ao rasgo, independente do álcali

utilizado. Também foi concluído que as propriedades físico-mecânicas, aumentam, exceto rasgo, com o aumento do grau de refino.

AZZINI, ZIMBACK e GONDIM-TOMAZ (1996) estudaram a palha de cana-de-açúcar como matéria-prima alternativa para a obtenção de fibras celulósicas para papel. Este material, classificado como um resíduo fibroso, apresentou, como características anatômicas, valores médios de comprimento das fibras de 1,24 mm, de espessura da parede de 4,33 μm , diâmetro do lume 4,15 μm e 12,80 μm para a largura da fibra. Foram utilizados dois processos de cozimento um ácido que apresentou 34,63% de rendimento e um básico com 33,97% de rendimento, ambos considerados pelo autor como relativamente baixos, e especifica este material para ser usado na obtenção de celulose e papel que requeiram baixos níveis de resistência.

Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima alternativa para a produção de celulose foram estudados por AZZINI *et al.* (1981). Concluíram, nesse trabalho, que as fibras liberianas e lenhosas do caule de mamona, comparativamente às fibras de pinus e eucalipto, podem ser classificadas como longas e curtas, respectivamente. Posteriormente, AZZINI *et al.*, (1984) estudaram novamente os resíduos agrícolas de mamona para a produção de celulose e papel utilizando os processos alcalinos soda e sulfato. A densidade básica encontrada nos caules e ramos da mamona foi de 0,228 g/cm³. Como no estudo anterior, as características micrométricas mostraram que as fibras do líber são extremamente longas (5,51mm), contrastando com as do lenho que são curtas (0,87mm). Os autores, baseados nos valores encontrados para as características do papel encontrado, deixam evidente a possibilidade técnica do resíduo da mamona ser utilizado como matéria-prima para a produção de celulose e papel, mas ressaltam que o principal inconveniente é o elevado teor de medula (21,17%) que por não ser fibrosa, influi negativamente no rendimento em celulose e no consumo de reagentes químicos. Os rendimentos médios depurados dos processos soda e sulfato foram 38,89% e 39,73%, respectivamente.

Outras culturas consideradas como não-madeira, ou não arbóreas, já foram pesquisadas por AZZINI com o objetivo de caracterizar tecnologicamente essas espécies procurando dessa maneira avaliar o seu rendimento em celulose, como é o caso do sorgo (AZZINI, SALGADO e MENTEN, 1983) e da casca de amendoim (AZZINI, GODOY e GERIN, 1983).

Estudando as características tecnológicas do resíduo fibroso da cultura de sorgo para fins de produção de celulose e papel AZZINI, SALGADO e MENTEN (1983) concluíram que este material, de acordo com os resultados encontrados, é viável para a produção de celulose e papel, desde que sejam retirado os açúcares de seu colmo, que se apresentam em teores elevados.

Estudando seis variedades de juta, AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986) encontraram no caule uma densidade básica que variou de 0,270 a 0,335 g/cm³, teores de liber (36,6 a 40,6%), lenho (59,4 a 63,4%), fibra (17,3 a 22,0%) e celulose (42,4 a 45,4%), e as fibras liberianas com comprimento médio variando de 1,99 a 2,14 mm e as lenhosas de 0,70 a 0,82 mm. Concluíram que, levando-se em consideração as variedades e as características tecnológicas estudadas, existem possibilidades técnicas de produzir celulose e papel a partir dos caules de juta.

No caule da mandioca AZZINI *et al.* (1996) encontraram resultados que mostraram que os rendimentos variaram de 239,7 a 317,6 g/kg. As frações lenhosas do caule forneceram fibras mais curtas (0,77 a 0,96 mm) que as liberianas (1,71 a 2,61 mm). Concluíram que as relações entre as dimensões das fibras indicaram valores adequados à produção de celulose e papel com boas características físico-mecânicas.

A maior parte de seus estudos sobre materiais classificados como não-madeira e como fonte alternativa de matéria-prima para a produção de celulose foi reunida por AZZINI *et al.* (1993), quando procederam a caracterização tecnológica de espécies liberianas para o estabelecimento de métodos de análise quantitativa de fibras. Foram utilizadas em seus estudos cinco espécies fornecedoras de fibras liberianas, as espécies crotalária (*Crotalaria juncea*), quenafe (*Hibiscus cannabinus*),

juta (*Corchorus capsularis*), malva (*Urena lobattta*) e rami (*Boehmeria nivea*). Concluíram que os maiores teores de fibras têxteis foram obtidos nos caules de quenafe, juta e rami, enquanto a crotalária e a malva apresentaram os menores teores, e com relação às fibras celulósicas, o rami foi superior às demais.

Com o objetivo de avaliar o potencial do rami (*Boehmeria nivea*) como matéria-prima alternativa para a produção de celulose e papel, após a extração das fibras liberianas, SPOLADORE, BENATTI e AZZINI (1984), determinaram as dimensões das fibras do lenho do caule. Concluíram, pelas características micrométricas, que as fibras lenhosas do caule que apresentam valores médios de comprimento de 0,57mm, diâmetro do lume de 11,85 μm , espessura de parede celular de 5,92 μm e largura de 23,7 μm , são fibras extremamente curtas, com baixo potencial de utilização para produção de matéria-prima celulósica, podendo ser empregadas em misturas com fibras mais longas ou na produção de rayon, onde essas dimensões não são importantes.

No âmbito das palmeiras ou palmáceas as pesquisas sobre o uso destas espécies como matéria-prima alternativa para a produção de celulose e papel ainda se encontram em estado incipiente, muito embora no Brasil já exista no Estado do Maranhão uma fábrica funcionando tendo como matéria-prima a palmeira de babaçu (*Orbignia speciosa*).

As pesquisas ligadas às palmáceas se desenvolvem principalmente no âmbito do seu aproveitamento como alimento, principalmente aquelas palmeiras ligadas a produção de palmito como *Euterpe edulis* (palmito) que ocorre na região Centro-Sul do País, e, no Estado de São Paulo (PEDROSA-MACEDO, 1970, 1971, 1973; PEDROSA-MACEDO, RITTERSHOFER e DESSEWFFY, 1975; MATTOS e MATTOS, 1976) e a *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) que ocorre no Norte do Brasil, e é explorada no estado do Pará como fornecedora de palmito e do fruto que dá origem ao vinho de açaí, altamente consumido pela população regional (NOGUEIRA, (197-); CALZAVARA, 1972, 1987). De acordo com COSTA *et al.* (1974), este vinho corresponde à suspensão gordurosa da parte comestível (polpa),

quando macerada, que quando industrializada pode se transformar em sorvetes e picolés.

Baseado nas reservas naturais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) existentes no Estado do Pará, COSTA *et al.* (1974) produziram o primeiro trabalho importante de tecnologia voltada à produção de celulose e papel a partir de material proveniente de palmáceas. A pesquisa utilizou como matéria-prima para a produção de pasta celulósica o estipe e as folhas separadamente de palmeiras adultas. Objetivando a produção de celulose, o estipe foi tratado primeiramente através de cozimento por processo soda, tendo apresentado um rendimento de 55,37%. O segundo tratamento a que foi submetido o estipe foi o tratamento mecânico-químico, onde foi obtido um rendimento de 66,36%. As folhas, por outro lado, foram primeiramente tratadas através do processo de cozimento sulfato com 20% de álcali ativo e 20% de sulfidez, tendo como tempo de elevação até a temperatura máxima de 90 minutos e um tempo de cozimento de 180 minutos. A pressão durante o cozimento variou de 7 a 8 kgf/cm². Neste processo foi encontrado um rendimento de 21,10%. O segundo processo utilizado foi o cozimento com soda que teve um rendimento de 22%. Pelos resultados das experiências realizadas nesse trabalho, ficou concluído pelos autores que as fibras do estipe da *Euterpe oleracea* prestam-se ao preparo de papéis para fins industriais e as da folha para papéis finos.

O segundo trabalho importante que trata das possibilidades da utilização da *Euterpe oleracea* como matéria-prima alternativa para as indústrias de celulose e papel foi desenvolvido por MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975). Nesse trabalho as possibilidades papeleiras do açazeiro foram exaustivamente pesquisadas. A matéria-prima para a produção de celulose e papel viria do aproveitamento do estipe do açazeiro, subproduto do processo de exploração do palmito. Os exames micrográficos mostraram que os valores médios característicos da fibra encontrados foram de 4,00 mm para o comprimento, de 37,72 µm para largura, de 7,94 µm para diâmetro do lume e 14,89 µm para espessura de parede. De acordo com os autores, pela dispersão em relação ao comprimento das fibras (valor mínimo 2,50 mm e máximo 6,10 mm), estas pertencem à classe de fibras muito longas, e as relações entre as suas dimensões, podem prever altas resistências ao rasgo em função do

alto índice de enfieltramento (106,1), como em contrapartida, baixa resistência à ruptura devido ao baixo coeficiente de flexibilidade (0,21%). Adiantam que, devido a estas características, as fibras de *Euterpe oleracea* deverão produzir papel de elevada resistência ao rasgo e de média para baixa resistência à ruptura, podendo servir como material de incorporação na fabricação de papel a partir de polpas de fibras curtas.

Na análise química do material os autores observaram que os resultados da composição química eram diferentes quando o lenho era previamente tratado em moinho de disco, para eliminar o parênquima existente disperso entre as zonas fibrosas. Os resultados melhoravam com esse procedimento. Concluíram também, que este fato sugere que a utilização integral do fuste, sem eliminação do parênquima, decorrerá em um mais baixo rendimento. A polpa foi obtida por processos de cozimentos a soda e soda-enxofre. O rendimento por processo de cozimento soda do fuste integral foi de 40,00% e desmedulado chegou a 43,91%. Em ensaios preliminares, os autores verificaram que a presença de células parenquimáticas, além de determinar transtornos no processamento da polpa, como problemas de formação irregular das folhas, determinou propriedades deficientes nos papéis produzidos, fato contraditório com os índices revelados pelas relações das dimensões das fibras encontradas na análise micrográfica. Para eliminar o parênquima foi adotado um tratamento mecânico que separava esse material na proporção de 25 a 30% do fuste integral. A partir do material livre do parênquima, os autores utilizaram o processo soda com quatro variações e o processo soda-enxofre com três variações. Nos cozimentos soda-enxofre (*kraft*) foram mantidas constantes a temperatura (170°C), a sulfidez (25%) e a relação água/madeira (4,5:1), fazendo variar a porcentagem de álcali ativo (8-9 e 12%) e o tempo de cozimento (30, 60 e 90 minutos). O rendimento, nestes cozimentos, variou de 57,47 a 61,48%, e foram considerados bons, pelos autores. Para os cozimentos tipo soda, foram mantidos constantes a temperatura (170°C) e a relação água/madeira (4,5:1), fazendo variar a porcentagem de álcali ativo (15 e 17%) e o tempo (5 e 60 minutos). Os rendimentos, novamente considerados bons, variaram de 56,73 a 61,68%. Foi concluído pelos autores que os tratamentos não determinaram variações significantes em relação à resistência a auto-ruptura, estouro e dobras, entretanto, em relação ao rasgo, o

tratamento com soda evidenciou ser melhor do que o soda-enxofre. Para avaliar o seu funcionamento como material de incorporação, nesse trabalho, ainda foram feitas experiências com diversas porcentagens de emprego da polpa de açaí com as espécies Pará-Pará (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don) e Pau de Balsa (*Ochroma lagopus* Sw.), reconhecidamente fornecedoras de fibras curtas.

RODA e LOPES (1978) trabalhando com a palmeira de babaçu (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.) produziram papel corrugado a partir da polpa obtida pelo processo NSSC na Indústria de Sacos de Papel SA, no Brasil. PALMER & GIBBS (1979) procederam testes experimentais para obtenção de polpas a partir do estipe da espécie *Cocos nucifera*.

Para facilitar a análise comparativa dos dados encontrados neste trabalho, a maior parte dos valores referentes aos resultados dos trabalhos citados se encontram tabulados nas TABELAS 5, 7 e 9.

2.2. A FAMÍLIA PALMAE

A família das palmeiras compreende um pouco mais de 200 gêneros e 2800 espécie de acordo com KAHN (1997), distribuídas pelo mundo todo. Já HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995) afirmam que existem aproximadamente 200 gêneros e 1500 espécies de palmeiras no mundo. Outros autores (MOSCOSO, 1945; CRONQUIST, 1981) discordam em relação a estes valores, chegando a um número de 3500 espécies.

As regiões tropicais da América, do sudeste da Ásia, de Madagascar, da Oceania e da Austrália são as mais ricas em palmeiras. Cinco das seis sub-famílias estão representadas na Amazônia e 550 espécies ocorrem naturalmente nas Américas (KAHN, 1997; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995). Os maiores gêneros são *Chamaedorea*, *Bactris* e *Geonoma*, que juntas formam um terço de todas as palmeiras. De acordo com HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995), os limites extremos da distribuição das palmeiras são 44°N para a *Chameorops humilis*

na Europa, e 44°18'S para *Rhopalostylis sapida* na Nova Zelândia. Dividem a ocorrência das palmeiras em sete regiões nas Américas, e a região Amazônica é a mais extensa de todas, com aproximadamente 6,5 milhões de quilômetros quadrados, que inclui toda a floresta da bacia da Amazônia e Orinoco, como também as Guianas (FIGURA 1). HENDERSON (1994) estimou que 34 gêneros e 189 espécies e variedades ocorrem nessa região.

FIGURA 1 - REGIÕES DE OCORRÊNCIA DAS PALMEIRAS NAS AMÉRICAS



FONTE: HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995)

2.2.1. Caracteres Gerais

As palmeiras são plantas lenhosas, desde arbustos de alguns centímetros até árvores, que podem alcançar 80 metros ou mais de altura, e espessura que varia de alguns centímetros até troncos espessos que podem chegar até 1,80 metros de diâmetro, coroadas por uma copa de grandes folhas. Podem ter um tronco único, raramente ramificado, simples, solitário ou vários múltiplos, formando touceiras. Os troncos podem ainda ser lisos ou revestidos por bases remanescentes do *pecíolo* de folhas já caídas, espinhos e, eventualmente, por pelos.

As folhas das palmeiras são formadas, essencialmente, por um eixo no qual são distinguidas três partes ou regiões: *bainha*, *pecíolo* e *lâmina* (LORENZI, 1996). A *bainha* é a base da folha que envolve e a prende ao tronco. O *pecíolo* é a continuação da bainha, parte livre da folha, podendo ser liso, dentado ou espinhoso, de seção transversal variável. A *lâmina* ou *limbo* é a parte folhosa composta de *folíolos* dispostos longitudinalmente a uma *raque* que se prende ao *pecíolo*. Dependendo da posição do folíolo na *raque*, as folhas podem ser classificadas como pinadas e bipinadas, palmadas e costapalmadas, que geralmente caracterizam as palmeiras chamadas de palmeiras com folhas de leque.

As flores são pequenas, sésseis, podendo apresentar cor branca, amarelada, rosada, avermelhada ou esverdeada, pouco atraentes, de odor agradável em algumas espécies, e fétido em outras, reunidas em grande número, sobre espádice mais ou menos ramificado, comumente fibroso, situado entre as axilas das folhas (intrafoliáceas) ou na parte superior ao tronco (infrafoliáceas), ou por cima das folhas (suprafoliáceas ou terminais) (MOSCOSO, 1945).

Os frutos das palmeiras, geralmente chamados cocos ou coquinhos quando de menor tamanho, são muito variáveis no tipo, cor, tamanho, consistência e forma, algumas vezes difíceis de serem associados às palmáceas (LORENZI, 1996). Os frutos possuem uma camada externa ou casca (exocarpo) que pode ser liso, espinhoso ou escamoso, uma camada no meio (mesocarpo) de natureza fibrosa, seca, ou fibrosa suculenta e uma interna (endocarpo) que protege a

semente, podendo ser fina, membranosa, celulósica, espessa ou muito dura. Os frutos das palmeiras apresentam uma grande variedade de cores, razão por que, muitas das vezes, são usadas como ornamentação. Os frutos são, geralmente, de forma globosa, ovalada, cônica ou alongada, possuindo tamanhos muito varáveis, desde cerca de um grão de arroz ou de uma ervilha, até tamanhos extraordinariamente grandes, chegando a pesar 20 quilos (LORENZI, 1996).

A semente, colada ao endocarpo, contém um endosperma volumoso, oleaginoso, homogêneo ou ruminado, sólido ou seco, que consiste de uma massa de tecido nutritivo no qual está embutido o embrião pequeno e mole (MOSCOSO, 1945; LORENZI, 1996). A semente possui forma variada, podendo se apresentar arredondada, ovalada, cônica e às vezes alongada.

2.2.2. Distribuição Geográfica

As palmeiras estão disseminadas por todos os países tropicais do mundo, entretanto mais especialmente nos países da América, onde vivem mais da metade das espécies existentes no mundo, desde o paralelo 32°N até o 37°S, no Chile. No continente africano chega até o paralelo 44°S (MOSCOSO, 1945).

A ocorrência das espécies de palmeiras no Mundo foi sintetizada, com o objetivo de melhorar a sua compreensão, à partir das informações da distribuição geográfica dada na obra de ALVES e DEMATTÊ (1987), baseado em obras correlatas.

Região Mediterrânea

Europa

Configura-se como uma das regiões mais pobres em palmeiras, e atualmente a única palmeira que cresce naturalmente é a *Chamaerops humilis*, conhecida como palmito da Europa, ocorrendo na França, Itália, Portugal e Espanha. Trata-se de uma palmeira rústica, de aspecto primitivo e grosseiro, muito

tolerante ao frio. Outra palmeira encontrada é a tamareira (*Phoenix dactylifera*), principalmente nos países europeus latinos de clima quente e seco, que foi introduzida na região pelos mouros do norte da África.

Norte da África

Na Argélia, a tamareira (*Phoenix dactylifera*) é tida como uma das maiores riquezas desse país, sendo cultivada em diversas regiões, formando os oásis. No Saara, nas margens e proximidades do Nilo, encontram-se grandes números e muitas variedades, que abrigam culturas irrigadas. No Egito, as palmeiras se diversificam e se encontram várias espécies de Borassoideae como *Hyphaene thebaica*, *H. argum* e *Borassus aethiopium*, observando-se uma diversificação da vegetação predominante que era constituída apenas de tamareira (*Phoenix dactylifera*).

Ásia Menor

As tamareiras constituem uma vasta vegetação da região que se desenvolve através da Jordânia, Palestina, região do Tigre e do Eufrates, sendo bastante cultivadas também no Irã. Junto a *Phoenix dactylifera*, se encontra em abundância na Arábia, a *Hyphaene thebaica* que constitui uma transição da flora do deserto para a flora tropical.

África Meridional e Equatorial

Na África meridional e equatorial encontramos uma maior variedade de palmeiras que aparecem espalhadas em diversas regiões. As principais encontradas são das sub-famílias das Borassoideae (*Borassus aethiopium*, *B. secundiflorus*), Lepidocaryoideae (*Calamus secundiflorus*, *C. laevis*, *C. desseatus*, *C. opacus*, *C. hookeri*, *C. cuspidatus*, *C. macrocarpus*, *C. versus*, *Raphia vinifera*, *R. hookeri*, *R. longiflora*, *R. gaertneri*, *Sclerosperma mannii*), Cocosoidae (*Elaeis guineensis*, *Cocus nucifera*), e Arecoideae (*Podococcus barteri*).

Arquipélago Indo-malgaxe - Ilhas do Oceano Índico: Madagáscar, Camores, Mascarenhas (Maurício, reunião Bourbon e Rodrigo) e Ilhas Seichelles

Nestas regiões aparecem as Arecoideae (*Areca madagascariensis*, *A. alba*, *A. catechu*, *Dypsis pinnatifrons*, *D. forficifolia*, *D. nodifera*, *Hyophorbe indica*, *H. commersoniana*, *Phoenicophorium sechellarum*, *Verschaffeltia splendida*), Borassoideae (*Hyphaene coriacea*, *H. thebaica*, *Lodoicea maldivica*, *Latania rubra*, *Latania loddigesii*, *Borassus aethiopium*), Lepidocaryoideae (*Raphia ruffia*), e Phoenicoideae (*Phoenix dactylifera*)

Ásia

Ásia Menor

Na região da Ásia Menor devido ao seu relevo e das características marcantes do clima encontram-se palmeiras como Lepidocaryoideae (*Daemonorops rheedii*, *Calamus draco*, *C. rotang*, *C. schizospathus*, *Plectocomia himalayana*), Coryphoideae (*Corypha elata*, *Chamaerops arborescens*, *C. ritchiana*, *C. martiana*, *Licuala peltata*, *L. wallichiana*, *L. densiflora*), Phoenicoideae (*Phoenix farinifera*, *P. acaulis*), e Arecoideae (*Pinanga dicksoni*, *Bentinckia coddapanna*, *Areca himalayana*).

Sri Lanka

Esta região abriga uma rica flora de palmeiras e entre as nativas encontram-se *Borassus flabellifer*, *Loxococcus rupicola*, *Vonitra thouarsiana* e *Corypha umbraculifera*, palmeira que marca nitidamente a flora local sobressaindo-se sobre todas as outras espécies. Além das nativas existem numerosas espécies introduzidas destacando-se a *Roystonea oleracea* e a *Lodoicea maldivica*.

Índia Indo-gangética

As condições favoráveis de clima e solo fazem desta região um paraíso para as palmeiras. Entre as várias espécies existentes consideradas como indianas Martius (DENTERGHEM, 1878) cita as Lepidocaryoideae (*Calamus tenuis*, *C. fasciculatus*, *C. gracilis*, *C. latifolius*, *C. monoicus*, *C. floribundus*, *C. melanolloma*, *C.*

arborescens, *C. humilis*, *C. longisetus*, *C. polygamus*, *C. erectus*, *C. extensus*, *C. leptospadix*, *C. macrocarpus*, *C. collinus*, *C. schizospathus*, *Daemonorops nutantiflorus*, *D. jenkinsianus*, *D. guruba*, *Plectocomia assamica*, e *Salacca secunda*), Phoenicoideae (*Phoenix farinifera*, *P. acaulis*, *P. paludosa*, *P. ouselayana*), Coryphoideae (*Licuala peltata*, *Corypha talliera*, *Livistona jenkinsii*, *Trachycarpus khasijana*), Arecoideae (*Areca nagensis*, *Pinanga gracilis*), Caryotoideae (*Wallichia caryotoides*, *W. densiflora* e *W. nana*).

China e Japão

As palmeiras são escassas nessa região, característica das regiões temperadas, onde se encontram poucas espécies nativas. Típica dessa região encontram-se duas Coryphoideae (*Trachycarpus fortunei* e *Livistona chinensis*) e cerca de cinco espécies do gênero *Rhapis*, que constituem os três gêneros da flora de palmeiras do Japão e da China.

Indochina, Ilhas Andaman, Nicobares, Arquipélago Indo-malaio, Nova Guiné e Oceania.

Região Indo-malaio

Entre as palmeiras que podem ocorrer nesta região citam-se as Lepidocaryoideae (*Calamus tenuis*, *C. fasciculatus*, *C. andamicus*, *C. tigrinus*, *C. gracilis*, *C. latifolius*, *C. paludosus*, *C. guruba*, *C. helferianus*, *C. arborescens*, *C. erectus*, *Daemonorops hypoleucus*, *D. grandis*, *Plectocomia macrostachya*, *Korthalsia scaphigera*, *K. laciniosa*, *Salacca wallichiana*), Coryphoideae (*Corypha umbraculifera*, *C. gebanga*, *C. macropoda*, *Livistona speciosa*, *Licuala peltata*, *L. paludosa*, *L. longipes*), Arecoideae (*Areca catechu*, *A. triandra*, *A. hexasticha*, *A. costata*), Caryotoideae (*Caryota urens*, *C. sobolifera*, *Arenga saccharifera*, *Wallichia caryotoides*, *W. disticha*, *W. densiflora*), Nypoideae (*Nypia fruticans*), Borassoideae (*Borassus flabellifer*).

Nova Guiné

Entre as palmeiras que podem ocorrer nesta região citam-se as Coryphoideae (*Livistona papuna*, *Pholidocarpus thur*, *P. majadum*), Arecoideae

(*Areca catechu*, *A. macrocalyx*, *A. grandiformis*, *A. jubiensis*, *A. paniculata*, *A. borneensi*, *A. tenella*, *A. arundinaceae*, *A. furcata*, *Nenga variabilis*, *N. gervinkiana*, *N. pinangoides*, *N. affinis*, *N. celebica*, *Nengella montana*, *N. flabellata*, *Howea belmoreana*, *H. forsteriana*, *Kentia procera*, *Drymophloeus ambiguus*, *D. propinquus*, *D. bifidus*, *D. appendiculatus*, *Ptychosperma litigiosa*, *P. micrantha*, *P. musschenbroekiana*, *P. caudat*, *P. arfakiana*, *P. arecina*, *P. paradoxa*, *P. singaporensis*, *Linospadix arfakianus*, *L. flabellatus*, *L. multifidus*, *L. monostachyus*, *Sommiera leucophylla*, *S. elegans*, *Orania regalis*, *O. aruensis*), Caryotoideae (*Caryota rumphiana*, *C. griffithii*).

Austrália

A flora australiana, no que se refere às palmeiras, encontra-se dividida em três regiões: tropical, sudeste e pelágica. Na região tropical encontram-se as Lepidocaryoideae (*Calamus caruotoides*, *C. radicalis*), Coryphoideae (*Licuala mulleri*, *Livistona humilis*, *L. ramsayi*, *L. leichardti*, *L. mulleri*), Arecoideae (*Archontophoenix alexandrae*, *A. cunninghamiana*, *Ptychosperma elegans*, *P. veitchi*, *P. capititis-york*), Caryotoideae (*Caryota alberti*, *Arenga australasica*). Na região sudeste ocorrem as Lepidocaryoideae (*Calamus mulleri*), Coryphoideae (*Livistona australis*), Arecoideae (*Archontophoenix alexandrae*, *A. cunninghamiana*, *Ptychosperma elegans*, *Linospadix monostachyus*). Na região pelágica, ocorrem entre outras Arecoideae a *Howea forsteriana* e *Chambeyronia lindenni*.

Ilhas Fiji e Polinésia

Na região de Fiji ocorrem várias espécies de *Ptychosperma* e *Veitchia*, distinguindo-se particularmente a *Prichardia pacifica*. Na Polinésia a ocorrência de *Cocos nucifera* é notável, existindo entretanto outras palmeiras como as *Pritchardia*, que ocorrem de forma endêmica.

América

A hidrografia e o clima equatorial tornam o continente americano ideal para que a flora seja mais rica e que as palmeiras se apresentem em uma grande variedade de espécies. São, na sua maioria, Cocosoidae e Coryphoidae. As Lepidocaryoidae são poucas e as Borassoidae não ocorrem neste continente.

América do Norte e Central

Estados Unidos (Florida, Carolina do Norte, Carolina do Sul, Georgia, Lousiana e Texas)

Nessa região as Coryphoidae do gênero *Sabal* são as mais encontradas, sendo a *Sabal palmetto*, *Sabal minor* e *Sabal blackburniani* as espécies mais ocorrentes. Na Georgia e na Flórida ocorre espontaneamente a *Rhapidophyllum hystrix* (Coryphoidae).

México e Antilhas

As palmeiras distribuem-se no México em faixas segundo a altitude. As *Chamaedorea* não chegam a 1000m, enquanto a *Brahea dulis* alcança 2500m. *Reinhardtia elegans* e *Geonoma oxycarpa* atingem de 1000 a 1500m ao longo da costa oriental. Nessa região encontram-se as Arecoideae nos gêneros *Calypogyne*, *Chamaedorea*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Prestoea* e *Roystonea*; as Coryphoidae nos gêneros *Brahea*, *Copernicia*, *Sabal*, e *Thrinax*; as Cocosoidae nos seus gêneros *Acrocomia*, *Astrocaryum*, *Attalea*, *Bactris*, *Cocos*, *Desmoncus*, *Maximiliana*, *Orbignya*, *Syagrus* e as Lepidocaryoidae do gênero *Mauritia*.

Região dos Andes Tropicais, Colômbia e Peru

Nessa região, as palmeiras se encontram divididas em três partes geográficas. A flora ocidental, central e oriental separadas geograficamente pela Cordilheira dos Andes. Na região ocidental, encontra-se as Arecoideae no gênero *Chamaedorea*, e as *Phytelephantoideae* no gênero *Phytelephas*. Na região central encontra-se as Arecoideae nos gêneros *Ceroxylon* e *Euterpe*; as Cocosoidae no

seu gênero *Jubaea*. Na parte oriental, as palmeiras que dominam essa região são as da Hiléia Amazônica ou da América tropical.

Amazônia e Bacia do Orenoco

A região Amazônica inclui todas as ***bacias de florestas de terras baixas chuvosas*** da Amazônia e Orinoco, como também aquelas da Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Trinidad (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995). Como já foi citado, HENDERSON (1994) estimou que existem 34 gêneros e 189 espécies e variedades na região, sendo que destas, 8 gêneros e 140 espécies são endêmicas, sendo os gêneros *Bactris*, *Geonoma* e *Astrocaryum* os mais encontrados. Cita a *Mauritia flexuosa* como uma palmeira também importante por sua ocorrência e abundância em toda a região Amazônica. Entre as palmeiras que são encontradas desde o México até a Hiléia Amazônica, estão as Arecoideae nos gêneros *Chamaedorea*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Hyospathe*, *Iriarte*, *Iriartella*, *Jessenia*, *Oenocarpus*; as Coccoideae nos gêneros *Acrocomia*, *Aiphanes*, *Astrocaryum*, *Attalea*, *Bactris*, *Desmoncus*, *Elaeis*, *Orbignya*, *Scheelea*, *Syagrus* e as Lepidocaryoideae dos gêneros *Mauritia*, *Mauritiella*.

Brasil

Novamente a confluência do clima equatorial, dos grandes rios existentes, das monções responsáveis pelas chuvas torrenciais no verão, e da umidade constante no ar criam as condições ideais para o desenvolvimento das palmeiras na Hiléia Amazônica brasileira. Para melhor compreensão da ocorrência das palmeiras no território brasileiro se encontram sistematizadas no **QUADRO 1** os dados considerados mais importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

QUADRO 1 - DADOS DE OCORRÊNCIA DAS PALMEIRAS NO BRASIL E PAÍSES AMERICANOS

SUB-FAMÍLIA	GÊNERO	Nº DE ESPÉCIES	OCORRÊNCIA BRASIL	OCORRÊNCIA AMÉRICA
Coryphoideae	<i>Chelyocarpus</i>	1	AM	Peru
	<i>Copernicia</i>	2	MT/Nordeste	Paraguai/Argentina/Bolívia
	<i>Tessmanniodoxa</i>	1		Bolívia
	<i>Trithrinax</i>	3	MT/RS	Bolívia
Lepidocaryoideae	<i>Lepidocaryum</i>	5	AM	Venezuela/Colômbia/Peru
	<i>Mauritia</i>	3	AM/PA-SP/MT/GO/(MA)	Guianas/Suriname/Venezuela/Colômbia/Peru/Bolívia/Trinidad
	<i>Mauritiella</i>	10	AM/PA-BA/MT/GO/MG/RJ	Venezuela/Colômbia
	<i>Raphia</i>	1	AM/PA	Colômbia/Costa Rica/Nicarágua/Panamá
Arecoldeae	<i>Calyptrigyne</i>	1	AM	Colômbia/Peru
	<i>Catostigma</i>	1	AM	Venezuela/Colômbia/Peru
	<i>Chamaedorea</i>	4	AM/BA/AC	Colômbia/Peru
	<i>Euterpe</i>	10	AM/PA/MA/PE/BA/MT/GO/ES/SP/RR	Venezuela/Colômbia/Peru/Guianas/Suriname/Trinidad/Bolívia
	<i>Geonoma</i>	43	AM/RR/BA/RJ/MT/GO/MG/PA/ES/SC/MA/PI/SE/SP	Venezuela/Colômbia/Peru/Guianas/Suriname/Trinidad/Bolívia/Paraguai/Equador/Panamá
	<i>Hyospathe</i>	3	AM/PA	Honduras/Guatemala/Costa Rica/Nicaragua
	<i>Iriarte</i>	2	AM/PA/MT	Colômbia/Guianas/Suriname
	<i>Iriartella</i>	1	AM	Venezuela/Colômbia/Guianas/Suriname/Equador/Bolívia
	<i>Jessenia</i>	1	AM/MT	Guiana/Venezuela/Colômbia/Peru
	<i>Leopoldinia</i>	4	AM/PA	Guianas/Colômbia/Peru
	<i>Manicaria</i>	3	AM/PA	Venezuela/Colômbia
	<i>Oenocarpus</i>	11	AM/PA/MA/MT/GO	Venezuela/Colômbia/Guianas/Suriname/América Central
				Colômbia/Guianas/Suriname/Peru/Bolívia
	<i>Acanthococos</i>	3	MT/MG/SP	-
	<i>Acrocomia</i>	11	AM/MT/GO/MG/SP/PA	Paraguai/Bolívia/Guianas/Venezuela
	<i>Alphanes</i>	2	AM/AC	Venezuela/Colômbia/Equador/Peru
	<i>Allagoptera</i>	5	BA/MT/GO/MG/PR/RS	Paraguai
Cocosoideae	<i>Astrocaryum</i>	35	AM/MA/PA/CE/PI/SE/PE/BA/SP/MT/GO/MG/AC	Colômbia/Peru/Bolívia/Guianas/Suriname
	<i>Attalea</i>	25	AM/MA/PA/BA/SE/ES/RJ/SP/PR/SC/RS/MG/MT/PE/AL/GO	Venezuela/Colômbia/Suriname
	<i>Bactris</i>	122	AM/PA/MA/MT/GO/PE/RS/BA/ SP/RJ/ES	Venezuela/Colômbia/Peru/Guianas/Suriname/Bolívia/Paraguai/Equador/Trinidad
	<i>Desmoncus</i>	21	AM/PA/MT/GO/BA/ES/RJ/AL/PE/AC	Venezuela/Colômbia/Guianas/Suriname/ Bolívia/Trinidad/Tobago
	<i>Elaeis</i>	2	AM	Costa Rica/Colômbia/Venezuela/Panamá/Guiana Inglesa/Suriname
	<i>Maximiliana</i>	3	AM/MA	Venezuela/Colômbia/Guianas/Suriname
	<i>Orbignya</i>	14	AM/MA/PI/MT/GO/PA/ES/SP	-
	<i>Parascheelea</i>	1	AM	-
	<i>Polyandrococos</i>	1	BA	-
	<i>Scheelea</i>	13	AM/PA/MA/MT/MG/ES/GO/AC	Colômbia/Equador/Bolívia/Paraguai/Peru
	<i>Syagrus</i>	44	AM/PA/MA/MT/GO/PI/CE/BA/PE/MG/ES/SP/PB/RS/RN/AL	Paraguai/Uruguai/Guiana Francesa/Bolívia/Suriname/Colômbia/Argentina
Phytelephantodeae	<i>Phytelephas</i>	2	AM	Peru

FONTE: ALVES e DEMATÊ (1987)

2.2.3. Classificação

As palmeiras, de acordo com ALVES e DEMATTÊ (1987), seguindo a classificação internacionalmente aceita (TAKHTAJAN, 1980; CRONQUIST, 1981), são classificadas da seguinte maneira:

Reino: Vegetal

Divisão: Magnoliophyta (=Angiospermae)

Classe: Liliopsida (=Monocotiledoneae)

Sub-Classe: Arecidae (=Espadiciflorae)

Super-Ordem: Arecanae

Ordem: Arecales (=Principes)

Família: Arecaceae (=Palmae)

Sub-Família: Coryphoideae, Phoenicoideae, Borassoideae, Caryotoideae, Lepidocaryoideae, Arecoideae, Cocosoideae, Phytelephantoideae e Nypoideae.

Os gêneros agrupados nas Sub-Famílias abrangem, segundo CRONQUIST (1968) citado por ALVES & DEMATTÊ (1987), um total de aproximadamente 3500 espécies.

Atualmente, KAHN (1997) e HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995) baseado na classificação tomada de UHL e DRANSFIELD (1987) dividem a Família em 6 Sub-Famílias, estas em 12 Tribus e 15 Sub-Tribus. A classificação das espécies em estudo será realizada tomando por base as informações destes dois autores em suas obras de referência.

2.3. *Mauritia vinifera* Martius

2.3.1. Classificação

A classificação desta espécie seguiu a Classificação de Palmeiras Americanas dada por HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995) em sua obra de referência.

Reino: Vegetal

Divisão: Magnoliophyta (=Angiospermae)

Classe: Liliopsida (=Monocotiledoneae)

Sub-Classe: Arecidae (=Espadiciflorae)

Super-Ordem: Arecanae

Ordem: Arecales (=Principes)

Família: Arecaceae (=Palmae)

Sub-Família: Calamoideae

Tribu: Lepidocaryeae

Gênero: *Mauritia*

Espécie: *Mauritia vinifera* Martius

Sinonímias: *Mauritia flexuosa* Linnaeus filius (Glassman, 1972), *M. setigera* Grisebach & Wendland, *M. spherocarpa* Burret, *M. minor* Burret, *M. flexuosa* var. *venezuela* Steyermark (Glassman, 1972).

Nomes comuns: Burití (do tupi: mburiti), buriti-do-brejo, coqueiro-buriti, buritizeiro, boriti, moriti, miriti, muriti, muritim, muritizeiro, muriti, palmeira-dos-brejos, caradá-guaçu, carandaí-guaçu, carandá-guassú, carandaí-assu, carandaguaçu (Brasil); moriche (Venezuela, Trinidad); ita (Guyana); palmier bâche (Guiana Francesa); achual, aguaje, auashi, bimón, buritísol, mariti, muriti, moriche (Peru); caranday-guazu, ideuí (Bolívia); cananguche, chomiya, ideuí, mariti, muriti, moriche (Colômbia) (CLAY; SAMPAIO; CLEMENT, 2000; LORENZI, 1992/1996; SILVA, 1971).

Entre tantos autores, encontra-se nas *Notas e Comentários* de João Francisco de SOUZA no livro de LISBOA (1968), “História dos Animais e Árvores do Maranhão”, escrito por volta do século XVII, o nome Morety, como corruptela da expressão tupi *mbbyryty-yba*: árvore que líquido emite, nome que os selvagens aplicavam às plantas das quais extraíam líquidos e especialmente às palmeiras do gênero *Mauritia*. ABBEVILLE (1945), chama a palmeira de Buriti, nome mais conhecido e difundido no Estado do Maranhão, de Meuriti-iva.

2.3.2. Características

Tronco solitário, ereto, podendo atingir até 30m de altura e de 23 a 50cm de diâmetro. Sua coroa é composta de 10 a 20 folhas grandes e palmadas medindo de 5 a 6m de comprimento. Inflorescência interfoliar. Os frutos são subglobosos a elípticos, variando de 4 a 5cm de diâmetro por 5 a 7cm de comprimento coberto por escamas córneas, de cor castanho-avermelhado. O mesocarpo é suave e sua cor varia do laranja ao laranja-avermelhado (devido ao caroteno). O endocarpo é rico em celulose (LORENZI, 1996; CLAY; SAMPAIO; CLEMENT, 2000).

2.3.3. Ocorrência e Habitat

No Brasil, ocorre nos Estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Acre. Ocorre em solos alagados, igapós, margens dos rios e de igarapés, onde formam grandes concentrações (LORENZI, 1996). Podem ocorrer ainda em ilhas, deltas, estuários e em regiões de serra, como no Ceará. Ocorrem no Equador, Guianas, Venezuela, Panamá, Jamaica, Costa Rica, Nicarágua, Bolívia, Colômbia e Peru (SILVA, 1971). SILVA (1971) cita uma descrição detalhada das regiões onde ocorre *Mauritia* em todo o Brasil.

2.3.4. Utilidade

Da polpa (mesocarpo) do fruto extrai-se o vinho-de-buriti, cujo preparo e consumo se assemelha ao do açaí (*Euterpe oleracea*); dela também pode ser feito o doce-de-buriti, muito comum e bastante apreciado pela população de Terezina, no Piauí. Os pecíolos das folhas fornecem material leve e macio, utilizado em artesanato. A espécie tem uso paisagístico (LORENZI, 1996). A polpa, além de conter apreciável teor de vitamina C, era reconhecida como a maior fonte de provitamina A, com alto teor de caroteno (SILVA, 1971). As folhas são utilizadas na confecção de um rico artesanato desenvolvido no Município de Barreirinhas, no Maranhão (FREIRE, 1996; PEREIRA e LOBO, 1994a ; 1994b).

2.4. *Bactris inundata* Martius

2.4.1. Classificação

A classificação desta espécie seguiu a classificação de palmeiras Americanas dada por HENDERSON, GALEANO e BERNAL (1995) em obra de referência.

Reino: Vegetal

Divisão: Magnoliophyta (=Angiospermae)

Classe: Liliopsida (=Monocotyledoneae)

Sub-Classe: Arecidae (=Espadiciflorae)

Super-Ordem: Arecanae

Ordem: Arecales (=Principes)

Família: Arecaceae (=Palmae)

Sub-Família: Arecoideae

Tribu: Cocoeae

Sub-Tribu: Bactridinae

Gênero: *Bactris*

Espécie: *Bactris inundata* Martius

Sinonímias: Não encontrado na literatura.

Nomes comuns: Tucum; nas *Notas e Comentários* de João Francisco de SOUZA no livro de LISBOA (1968), é dito que o tucum é o nome Tupi de várias palmeiras espinhosas. Ele comenta que, de um modo geral, os índios denominavam *Tycumbayba*, ou *tycu-yba* qualquer árvore de grandes espinhos, e as que se tornaram mais conhecidas com este nome foram as dos gêneros *Astrocaryum* e *Bactris*.

2.4.2. Características

Troncos, geralmente em touceiras ou algumas vezes solitários, ereto, com 3 a 8 m de altura e 8 a 12 cm de diâmetro, armados com espinhos negros. Folhas pinadas densamente armadas de espinhos negros, em número de 5 a 9. Inflorescência interfoliar. Frutos de cor esverdeada, globosos, com 3 a 5 cm de comprimento.

2.4.3. Ocorrência e Habitat

No Brasil, ocorre nos Estados do Mato Grosso, Goiás e Maranhão. Ocorrem também na Bolívia. Encontrada, geralmente, em áreas abertas de solos variáveis, podendo ocorrer tanto em beiras de rios e igarapés, como em terrenos arenosos (ALVES e DEMATTÊ, 1987).

2.4.4. Utilidade

Os índios usavam as fibras (*Tycumbó*) das folhas para fazer corda, cordões, redes, etc. Tiravam delas um fino linho, com aparência de seda, que faziam linhas de pescar torcidas à mão, que, de tão rijas, não quebravam com peixe algum (LISBOA, 1968). As folhas, até hoje, fornecem fibras utilizadas no artesanato de muitas regiões na confecção de artigos como redes, cordas, sacolas, etc. (FREIRE, 1996; PEREIRA e LOBO, 1994a; 1994b). O endosperma é apreciado como alimento tanto humano como pelos animais.

2.5. PROCESSO QUÍMICO DE POLPAÇÃO

2.5.1. Processos Alcalinos para produção de Celulose

De acordo com GOMIDE (1979), o objetivo da produção de polpa celulósica é a remoção da lignina, que atua como elemento de ligação, entre as fibras da madeira para que se obtenham fibras celulósicas com alto rendimento e excelentes propriedades físico-mecânicas. Entretanto, para que estes objetivos possam ser alcançados, é necessário um bom conhecimento da química dos componentes da matéria-prima, para que se possa prever o seu comportamento químico durante o processo de polpação.

O objetivo principal da polpação alcalina seria a quebra das ligações éter da lignina, de modo a facilitar a sua dissolução no licor de cozimento, sem prejuízo para os carboidratos. Entretanto, isto só pode ser controlado, mas não evitável, nos processos de cozimentos alcalinos. As ligninas são removidas sob a forma de lignatos de sódio e mercaptanas. Os carboidratos são reduzidos ou degradados a substâncias de baixo peso molecular e dissolvidos no licor de cozimento sob a forma de sais sódicos. A presença de NaHS, no cozimento, pode amenizar a degradação das polioses, principalmente as *pentosanas*, e a *celulose*. Portanto, a perda de rendimento em peso, na transformação tecnológica da madeira e outras matérias-primas em polpa celulósica, resulta da degradação de parte de seus constituintes devido a química do processo (GOMIDE, 1979).

Os dois principais processos alcalinos são o **Processo Soda**, cujo agente de deslignificação é o *hidróxido de sódio* (NaOH) e o **Processo Sulfato** (*Kraft*) que utiliza o *hidróxido de sódio* (NaOH) e *sulfeto de sódio* (Na₂S) como agentes deslignificantes no cozimento. Sendo o processo sulfato superior ao de soda em rendimento, qualidade e custo de produção. O processo sulfato, entre os processos químicos, é o mais importante e difundido devido à sua simplicidade, rapidez (ciclos de cozimento mais curtos), versatilidade quanto ao emprego das matérias-primas, características superiores da celulose produzida em termos de resistência mecânica

e a possibilidade de recuperação econômica do licor residual (BARRICHELO e BRITO, 1976).

A utilização de um processo alcalino para cozimento do material de pesquisa, deste trabalho, se deve a dois fatores considerados da maior importância. Primeiro, devido a este processo ter seu emprego já consolidado nas indústrias de polpa e papel e, a maior parte dos trabalhos científicos ligados à caracterização tecnológica de novos materiais, para produção de polpa e papel, também utilizarem este processo, por ser aplicável a diversas espécies. E, segundo, devido a esta matéria-prima ser nova como material de pesquisa, a utilização de um método reconhecido e altamente utilizado nos meios científicos facilita as avaliações de experimentos comparativos. Os resultados encontrados podem ser tanto comparados com matérias-primas tradicionais, como o pinus e eucalipto, como por aquelas consideradas como não-madeira.

2.5.2. O Processo Kraft

O **Processo Sulfato** ou *Kraft* (que significa forte em alemão), inventado por **Karl S. Dahl**, químico alemão, por volta de 1883, possui um largo currículo no campo de pesquisa ligado a celulose e papel. Seus experimentos têm levado a um depósito enorme de informações, principalmente, no que diz respeito, às propriedades da polpa e do papel produzido a partir da transformação da madeira. Atualmente, o processo *Kraft* é o mais utilizado em todo o mundo para obtenção de pasta química, produzindo 80% contra 10% do processo sulfito (DUEÑAS, 1997).

Um ciclo de cozimento *Kraft* se inicia com o carregamento no digestor de cavacos da matéria-prima em condições de umidade controlada e do licor de cozimento, que consiste de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S). As relações entre o peso dos cavacos e o licor, bem como a concentração do licor, a umidade dos cavacos, temperatura de cozimento, tempo na temperatura de cozimento, e outras variáveis são cuidadosamente controladas e fazem parte das condições de cozimento. Depois de juntados estes componentes, o sistema é aquecido de forma controlada até atingir a temperatura de cozimento pré-estabelecida (normalmente 170°C). Depois de atingir a temperatura de cozimento, o

sistema, permanece com temperatura e pressão constante durante um período de tempo determinado que é especificado para o experimento. A pressão máxima de cozimento geralmente se encontra entre 7 a 10,5 kgf/cm². O período do início do tempo até atingir a temperatura máxima desejada de cozimento chama-se período de impregnação. O período em que a temperatura e a pressão permanecem constantes chama-se período de cocção. A descarga é a etapa final do ciclo de cozimento. O período de cozimento é determinado pela soma dos tempos de impregnação e cocção até serem descarregados. Em processos descontínuos, após o ciclo de cozimento, uma válvula localizada no fundo do digestor é aberta e a pressão reduzida à atmosférica quando, sob a força do alívio na descarga, os cavacos desdobram-se em fibras individuais, formando a pasta (IPT, 1988a; SENAI-DR/PR, 1995a).

De acordo com DUEÑAS (1997), o processo *Kraft* tem várias vantagens sobre os outros processos de polpação química, o que o coloca como o mais utilizado, como poder ser usada qualquer espécie de madeira, tolerar quantidades substanciais de casca nos cavacos, tempos de cocção curtos, polpa com excelente resistência, recuperação do licor negro bem estabelecida, e se pode produzir diferentes tipos de polpa *Kraft*, seja branqueada ou não branqueada.

2.5.3. Variáveis do Processo

De acordo com DUEÑAS (1997), as variáveis básicas que afetam o processo de cozimento *Kraft* são aquelas referentes à qualidade dos cavacos (espécie, tamanho, umidade e densidade), ao licor de cozimento (concentração, sulfidez, álcali total), ao controle de cocção (concentração de reativos, relação licor/madeira, temperatura, tempo e pressão de digestão, tempo para alcançar a temperatura máxima) e parâmetros de controle (grau de deslignificação - indicado pelo número *kappa*, álcali residual - indicado no licor negro, propriedades ópticas e mecânicas).

GOMIDE e COLODETTE (1983) pesquisaram a influência dos parâmetros de cozimento na polpação *Kraft* do *Eucalytus grandis*, onde os resultados foram analisados estatisticamente, tendo sido desenvolvidas equações de regressão

matemática para descrever as influências destas variáveis nas características e propriedades da polpa celulósica produzida. GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1981) pesquisaram a influência do álcali ativo e da temperatura na polpação Kraft de *Bambusa vulgaris*.

HATTON, KEAYS e HEJAS (1972) apresentaram um trabalho detalhado de pesquisa sobre o efeito do tempo, temperatura e do álcali ativo, na polpação Kraft, utilizando espécies “western hemlock” (*Tsuga heterophylla*).

2.5.3.1. Variáveis Relacionadas à Matéria-prima

2.5.3.1.1. Espécie e Qualidade da Matéria-prima

Para as madeiras, a densidade é um fator importante na produção de polpa, pois quanto mais densas, para um mesmo rendimento, requerem um tempo de cozimento maior que as madeiras mais leves. Estudos têm demonstrado que a variação da madeira dentro de uma mesma espécie é responsável pelas maiores variações de comportamento durante o cozimento e na qualidade da polpa produzida. As características das madeiras e algumas barreiras morfológicas como nós, fungos e madeiras de tensão, podem constituir um obstáculo aos movimentos dos licores de cozimento, prejudicando a impregnação das mesmas. O método mais empregado para facilitar a impregnação e diminuir o percurso para a penetração e difusão do licor é a transformação da madeira em cavacos (IPT, 1998a).

WARDROP (1969) estudando o caminho de penetração do licor da madeira, descobriu que as células radiais e os vasos governam o fluxo inicial, sendo as pontoações as promotoras do caminho de penetração intercelular. A penetração é promovida por difusão a partir do lume, sendo a sequência de contato do licor, no sentido parede secundária, lamela média e, finalmente, as áreas nos cantos das células.

A impregnação da madeira é grandemente influenciada pelo seu teor de umidade. Em madeira seca, o fluxo é 100 a 200 vezes mais rápido na direção das

fibras que quando perpendicular a elas. Na madeira úmida a relação entre as velocidades pode ser menor, dependendo do teor de umidade, porém, o fluxo será sempre maior na direção das fibras. Em madeira saturada não há penetração, pois os lumes das fibras já estão cheios de água e a entrada dos reagentes se dá por difusão (IPT, 1988a).

Segundo BRITT³ (1964), citado pelo IPT (1988a), pequenas variações de umidade causam pequenos efeitos no rendimento e na qualidade dos cozimentos sulfato. No caso de grandes variações, em estudo comparativo entre cavacos com 8 e 40% de umidade, não se observou diferença na velocidade de polpação. No entanto, os cozimentos com cavacos com 8% de umidade apresentaram uma redução de 2,5 a 3,0% no rendimento.

HIETT, BEERS JR.e ZACHARIASEN (1960), analisando as relações entre a densidade da madeira de pinus e as propriedades do papel produzido, chegaram a conclusão que a densidade deve ser considerada como um fator que influencia as propriedades do papel e que variações nas propriedades de resistência do papel são muito maiores dentro de uma mesma árvore do que aquelas causadas pelas variações de densidade entre árvores.

TAMOLANG e WANGAARD (1961), baseados em testes normatizados, estudaram as relações entre as características morfológicas de fibras de folhosas e as propriedades das folhas obtidas por processo *Kraft*. Na maioria dos casos, verificaram que as propriedades da polpa estavam relacionadas com as características morfológicas e resistência das fibras e com a densidade da madeira.

DINWOODIE (1966) estudou a influência das características anatômicas e químicas das fibras das coníferas nas propriedades da polpa produzida por processo sulfato, e chegou à conclusão que as características anatômicas das fibras são consideravelmente mais importantes do que as variações químicas verificadas na resistência da polpa de sulfato, com exceção da fluidez da celulose, que é

³ BRITT, K.N. **Handbook of paper technology**. New York: Reinhold, 1964.

considerada como uma medida da resistência das fibras. Concluiu que as propriedades das fibras que tem uma maior significância são, em ordem decrescente de importância: densidade, comprimento e resistência da fibra. Ainda concluiu que a maioria das propriedades do papel, podem ser previstas com o acurado grau de conhecimento das variáveis das fibras. Antes da publicação desse trabalho, DINWOODIE (1965) publicou uma extensa revisão de literatura sobre as relações entre a morfologia das fibras e as propriedades do papel.

GONZAGA *et al.* (1983) visando a caracterização da madeira e da celulose *Kraft* de treze espécies de *Eucalyptus* encontraram diferenças sensíveis nos rendimentos depurados de algumas espécies em função das suas densidades.

FOELKEL e BARRICHELO (1975a) analisaram as principais relações entre características da madeira e propriedades da celulose e papel levando em consideração os principais fatores que influenciam na qualidade da celulose como fatores anatômicos ou morfológicos (relações entre as dimensões), fatores físicos (densidade, relação lenho inicial/tardio), fatores inerentes à própria fibra (ângulo micelar, resistência da fibra individual, densidade da parede celular) e fatores químicos (teores de lignina, celulose, hemicelulose, extrativos e cinzas).

2.5.3.1.2. Fatores de Crescimento

As propriedades das pastas produzidas a partir do lenho das madeiras apresentam valores médios das propriedades dos diferentes tipos de fibras que o compõe. Dessa forma, a relação entre o lenho de primavera (inicial) e o de verão (tardio), nas coníferas, intercedem diretamente no rendimento e nas características das ligações. Isto se deve ao fato que as fibras do lenho inicial, de paredes finas, são facilmente rompidas, retificando-se em superfícies planas, ampliando, dessa forma, as áreas de ligação entre fibras. O mesmo não acontecendo com as fibras do lenho tardio, por apresentarem paredes espessas, que tendem a manter a sua forma tubular, especialmente na faixa de maiores rendimentos, impedindo assim boas ligações entre fibras.

TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988), estudando a estrutura anatômica dos colmos de *Bambusa vulgaris* verificaram que existem variações tanto no sentido transversal como longitudinal. No sentido longitudinal observaram um aumento no comprimento das fibras até 25-75% da altura, havendo uma redução ao ápice dos colmos. Verificaram uma diminuição do comprimento das fibras, das camadas internas para as externas dos colmos, atingindo valores máximos nas camadas centrais.

FOELKEL *et al.* (1975) estudando as variações das características da madeira e propriedades da celulose sulfato de *Pinus oocarpa*, em função da idade do povoamento, concluíram que, para as condições adotadas nos experimentos, conforme se verificava um aumento na idade dos povoamentos, aumentos correspondentes eram observados nas propriedades da madeira e de suas celuloses, particularmente o comprimento da fibra, espessura da parede celular, densidade básica da madeira, rendimento bruto e depurado, resistências à tração, ao arrebentamento e ao rasgo.

2.5.3.1.3. Dimensões do Cavaco

Na penetração do licor de cozimento, as dimensões dos cavacos são de grande importância nos processos de cozimento *Kraft*. As dimensões dos cavacos, as características morfológicas, a densidade e a umidade da madeira, vão determinar a rapidez da penetração do licor de cozimento. A difusão do licor na madeira é influenciada pela temperatura e pela concentração do licor. A penetração torna-se mais fácil entre as temperaturas de 100 a 150 °C e o tempo de impregnação pode ser reduzido com o aumento da pressão hidrostática. A uniformidade da pasta é influenciada diretamente pelas dimensões dos cavacos empregados no cozimento.

Durante muito tempo, o comprimento dos cavacos foi considerado como a dimensão mais importante. A maioria dos trabalhos sobre o assunto constatou que a espessura dos cavacos era a dimensão de maior importância quando o processo de deslignificação era o *Kraft*, pois como a difusão do licor para o interior do cavaco,

ocorre em todas as direções e a espessura é a dimensão menor, logicamente a maior parte dos agentes de deslignificação será transportada na direção cuja distância seja menor, visto que as diferenças de velocidade nestas direções são pequenas. Portanto, a espessura, juntamente com a temperatura de cozimento, será uma das principais causas da heterogeneidade na polpa produzida. Atualmente, a homogeneidade dos cavacos é considerada da maior importância dado, principalmente, ao alto custo da madeira, já que esta afeta o teor de rejeitos e também a facilidade de operação (ANDRADE; ZVINAKEVICIUS; FOELKEL, 1978).

AZZINI (1976) estudando a influência das dimensões dos cavacos de *Bambusa vulgaris* Schrad, nas propriedades da celulose obtida por processo sulfato, encontrou os melhores resultados em termos de rendimento depurado, porcentagem de rejeitos, número *kappa* e alvura de celulose, com cavacos obtidos nas dimensões 6,0x0,8x0,6 cm.

SILVA JÚNIOR (1994) estudando a influência dos cavacos de *Eucalyptus dunnii* sobre o processo de produção de celulose Kraft de *Eucalyptus grandis* concluiu, entre outras coisas, que o *E. dunnii* apresenta densidade superior ao *E. grandis* e que isso traz como consequência direta maior dificuldade de penetração do licor de cozimento nos cavacos, o que por sua vez pode reduzir a eficiência das reações de deslignificação, levando a uma redução do rendimento depurado bem como maior quantidade de lignina residual na polpa.

ANDRADE, ZVINAKEVICIUS e FOELKEL (1978) estudando a influência da espessura dos cavacos de eucalipto sobre a qualidade da celulose Kraft, chegaram a conclusão que o intervalo de espessura entre 4 e 6 mm é o mais indicado para obtenção de celulose, levando em consideração os fatores mais importantes na produção de celulose, como consumo de álcali, rendimento, teor de rejeitos e qualidade da polpa produzida.

2.5.3.2. Variáveis Relacionadas ao Cozimento

2.5.3.2.1. Teor de Álcali ativo

O álcali ativo, no processo *Kraft*, inclui uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfato de sódio (Na₂S) que atuam como agentes de deslignificação, e é expresso em porcentagem de Na₂S sobre o peso do cavaco seco, variando de 10 a 20%. A quantidade do álcali ativo empregado no cozimento varia dependendo da espécie de madeira utilizada e do grau de deslignificação. Mantendo-se constantes todas as variáveis envolvidas no cozimento, o aumento de álcali ativo conduz a uma diminuição do rendimento, porcentagem de rejeitos e teor de lignina residual. Para a produção de um dado tipo de celulose, a diminuição do álcali ativo, geralmente requer, em contrapartida, menor relação licor-madeira, maior temperatura ou maior tempo de cozimento. Altas concentrações de álcali ativo não são recomendadas devido ao ataque que a celulose e polioses podem sofrer, diminuindo o rendimento e produzindo uma celulose de resistência físico-mecânica inferior. Na composição do licor, a concentração de Na₂S, denominada de sulfidez, pode variar de 0 a 100%, e essa porcentagem varia de uma indústria para outra em função da qualidade do papel desejado, e normalmente se emprega de 20 a 30% de sulfidez o que corresponde de 2 a 6% sobre a matéria-prima absolutamente seca empregada no cozimento. Aumentos de sulfidez até cerca de 30% aceleram a retirada de lignina em relação aos carboidratos, havendo produção de pasta com um menor teor de lignina para um determinado rendimento (IPT, 1988a).

BUGAJER *et al.* (1980) estudando cozimentos Kraft de *Eucalyptus saligna*, concluíram que uma alta sulfidez, por si, só não garante bons resultados se a carga de álcali for insuficiente, e que o aumento de sulfidez de 20,5 para 35,5% não apresentou benefícios quanto aos rendimentos, total e depurado, ou, quanto ao número *kappa*.

A presença do sulfeto de sódio (Na₂S) no licor de cozimento traz uma série de vantagens, entre as quais um cozimento mais uniforme e melhor qualidade da celulose, rendimento e custo de produção. Entretanto, tem como desvantagem, a

produção de uma celulose mais escura, devido ao alto teor de lignina residual e uma série de compostos sulfidizados como os tiós (mercaptanas) e tio-éteres de odores desagradáveis (BARRICHELO e BRITO, 1976).

O teor de álcali ativo e a sulfidez no cozimento *Kraft* da maioria dos trabalhos publicados na área de materiais considerados não-madeiras é muito variável em função das próprias características dessas matérias-primas. As escolhas destes teores não são bem explicadas, nestes trabalhos, ficando somente como valores indicativos de uma escolha adequada, os valores de rendimento e número *kappa*, como fatores de controle do processo de cozimento.

BUGAJER, SALGADO E AZZINI (1983) no aproveitamento dos restos da cultura do algodão utilizaram para a soqueira 24% de álcali ativo e 20,6% de sulfidez, obtendo uma pasta *Kraft* final de baixo rendimento.

CAHEN *et al.* (1984) utilizando o processo *Kraft* no aproveitamento de restos de culturas agrícolas de arroz, trigo e soja para obtenção de pasta celulósica, empregaram teores de álcali ativo variando de 18 a 24% e sulfidez de 23,5%, para rendimentos variando de 32,8 a 42,5% para números *kappa* variando de 27,8 a 39,0%.

MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975), em estipe de palmeiras de *Euterpe edulis*, utilizando uma sulfidez de 25%, e variando o álcali ativo de 8-9 e 12% em cozimentos *kraft* encontraram rendimentos variando de 57,47 a 63,35% para número de permanganato variando de 16,58 a 24,34.

GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1982) utilizando o processo *kraft* na produção de celulose a partir de bambu empregaram 13% de álcali ativo e 25% de sulfidez. O teor do álcali ativo, neste caso, foi estabelecido baseado-se em trabalho anterior, não publicado de GOMIDE, de otimização de álcali ativo e temperatura para polpação *Kraft* de *Bambusa vulgaris*. Os rendimentos, entretanto, se apresentaram baixos, variando de 36,5 a 37,0 %.

AZZINI *et al.* (1981) utilizaram teores de álcali ativos variando de 18, 20 e 22%, com sulfidez de 20% na polpação *Kraft* de resíduos agrícolas da cultura de mamona, encontrando valores médios de rendimentos depurados de 39,41, 39,17 e 38,89%, respectivamente.

CIARAMELLO e AZZINI (1971b) em polpação *Kraft* de quenafe, utilizaram teores de álcali ativo de 15, 16 e 18% para um teor constante de sulfidez de 25%, obtendo rendimentos que variaram de 33,4 a 46,5%.

GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1981) estudando a influência do álcali ativo e da temperatura na polpação *Kraft* de *Bambusa vulgaris* concluíram que a variação desses parâmetros influenciou diferentemente as propriedades analisadas, não tendo sido possível fixar os níveis ótimos dessas variáveis. Foram adotados no trabalho teores de álcali ativos variando de 11, 13, 15%, e de temperatura máxima de cozimento de 150, 160 e 170°C.

2.5.3.2.2. Relação Licor-madeira

É prática usual no processo de cozimento *Kraft* especificar a relação inicial de reativos/madeira (álcali ativo) e a relação inicial de licor/madeira, definindo por meio destas variáveis, a concentração inicial de reativos com a madeira. A relação licor/madeira fornece o volume de licor empregado para uma determinada quantidade absolutamente seca de madeira, expressa em termos de litros/kg. Emprega-se relações licor/madeira entre 3:1 a 6:1, mas, na prática industrial, esta relação é normalmente de 3:1 a 4:1, por ser esta a quantidade necessária para assegurar a completa impregnação dos cavacos e a disponibilidade de parte do licor comumente entre 3,2 a 4,0 litros por quilo de madeira seca. Entretanto, estas relações podem ser alteradas para valores superiores, como no caso das palhas, que podem solicitar maior quantidade de licor em função do volume aparente muito grande e da necessidade de assegurar a impregnação do licor com este material.

Na fabricação de papel com palha e casca de arroz, GERBER e SACON (1992, 1994) utilizaram, na sua formulação, uma relação licor/palha de 6:1 e 8:1. Na

fabricação de pastas celulósicas, utilizando palha de arroz e trigo, CAHEN *et al.* (1984) utilizaram uma relação licor/madeira de 6:1. DANILAS e CERAGIOLI (1982) utilizaram uma relação licor/palha de 5:1 na produção de celulose com palha de trigo. CIARAMELLO e AZZINI (1971b) utilizaram uma relação de 6:1 e 5:1 na polpação Kraft de quenafe. BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983) utilizaram uma relação 12:1 na produção de pasta celulósica com soqueira de algodão.

2.5.3.2.3. Tempo e Temperatura

A temperatura, quantidade e concentração do álcali ativo, bem como a sulfidez do licor, são variáveis que estão intimamente relacionadas com o tempo de cozimento. Acréscimos em qualquer uma destas variáveis diminuirá, dentro de certos limites, o tempo requerido para o cozimento de uma matéria-prima, a um rendimento e qualidade especificada. O ciclo de cozimento consiste de um período de elevação até a temperatura predeterminada (período de impregnação) e outro período nesta temperatura (período de cozimento). Temperaturas abaixo de 170°C, aparentemente não causam vantagens no rendimento e acima de 180°C a celulose torna-se suscetível à degradação.

GOMIDE e COLODETTE (1983), avaliando estatisticamente os parâmetros da polpação Kraft de *Eucalyptus grandis*, concluíram que a temperatura foi a variável que apresentou maior influência na taxa de deslignificação, e que o rendimento depurado sofreu influência principalmente do álcali ativo e da temperatura, e foi menos afetado pelo tempo e não influenciado pela variação da sulfidez. Concluíram ainda que as maiores resistências à tração e ao arrebetamento foram obtidas com baixa carga alcalina (12%), baixa temperatura (155°C) e alta sulfidez (35%) e que, a utilização de baixos valores de todos os parâmetros intervenientes no processo, favoreceram a resistência ao rasgo.

MARQUES, FOELKEL e OLIVEIRA (1979), analisando a influência da relação tempo/temperatura na qualidade da celulose Kraft de *Eucalyptus urophylla*, em três níveis de temperatura (160, 167 e 174°C) e três níveis de tempo na temperatura máxima (18, 29 e 67 minutos), mantendo constante as demais

condições, concluíram, em termos absolutos, que a temperatura de 160°C e o tempo de 18 minutos resultaram no tratamento onde os rendimentos foram maiores.

RYDHOLM⁴ (1965) citado pôr MARQUES, FOELKEL e OLIVEIRA (1979), afirmaram que a temperatura e o tempo de cozimento influenciavam sobremaneira na produção e no grau de deslignificação da celulose, e que no intervalo de 150 a 170°C, a qualidade da celulose não poderia ser consideravelmente modificada, aumentando, entretanto, o perigo de falta de uniformidade, quando a temperatura máxima excedesse 170 ou 180°C. A dissolução e a degradação dos carboidratos, afirma, são acentuadas quando expostas a estas altas temperaturas.

O ciclo de cozimento no processo *Kraft*, de acordo com BROWNING (1963), requer de 3 a 4 horas, com 14 a 18% de álcali ativo, 20 a 30% de sulfidez, 170 a 173°C de temperatura máxima, mantida durante 90 a 120 minutos. Acima de 180°C, a deslignificação torna-se não seletiva, não sendo pois, recomendada. A degradação dos carboidratos é acelerada nestas altas temperaturas, resultando em perdas de resistência e rendimento.

⁴ RYDHOLM, S.A. **Pulping processes**. New York, Interscience, 1965

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

Amostragem

Os materiais utilizados no desenvolvimento deste trabalho foram folhas novas de palmáceas das espécies nativas *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius, coletadas na Fazenda Vila Regina, à margem esquerda do rio Preguiça, em frente ao Povoado São Domingos, município de Barreirinhas, no Estado do Maranhão, Brasil. O local de coleta se encontra na FIGURA 2.

As amostras foram coletadas no dia 26 de julho de 1999 a partir das folhas novas de 19 palmeiras, escolhidas ao acaso, de *Mauritia vinifera* e 34 palmeiras de *Bactris inundata* adultas de idades não determinadas.

Do material coletado foram retirados de forma manual, para os estudos da obtenção de polpa celulósica, os folíolos da espécie *Bactris inundata* e o linho, porção material da face adaxial, de *Mauritia vinifera* (FIGURAS 3 e 4).

Após sofrer secagem natural ao ar livre, durante dois dias (FIGURA 5), as amostras foram cortadas posteriormente, de forma manual, com auxílio de uma tesoura e reduzidas a cavacos de comprimento de aproximadamente 2,5 cm. A seguir os cavacos foram identificados e armazenados em sacos plásticos.

O material botânico foi identificado e registrado inicialmente no Herbário “Ático Seabra” da Universidade Federal do Maranhão sob os números 1023 (*Mauritia vinifera* Martius) e 1029 (*Bactris inundata* Martius). Exsicatas encontram-se também depositadas no herbário do Laboratório de Dendrologia do Departamento de Silvicultura e Manejo da Universidade Federal do Paraná, sob os números 8636 e 8638, respectivamente.

O Município de Barreirinhas fica localizado na Baixada Ocidental Maranhense, região norte do Estado, numa área de 2347 km². A sede do Município fica localizada na Microrregião dos Lençóis Maranhenses a 2° 44' 49" de latitude Sul e 42° 49' 35" de longitude Oeste (IBGE,2001a), a uma altitude de 4,00 m, distando 387 km de São Luís, Capital do Estado do Maranhão. A cidade de Barreirinhas é banhada pelo Rio Preguiça. O clima da região é classificado como tropical úmido, que ocorre em toda faixa litorânea. Apresenta índices pluviométricos regulares entre 1600 e 1800mm. As temperaturas são altas com média anual superior a 24°C. A vegetação litorânea existente nessa região é variada, formada por manguezais que constituem a maior parte da vegetação ciliar do Rio Preguiça (FIGURA 6), por vegetação de praias, de dunas, de restingas e de cocais, com predominância de palmeiras de buriti, carnaúba, tucum e babaçu, fontes de matérias-primas que fazem com que o Município se caracterize como um grande produtor de artesanato de palhas no Estado.

FIGURA 2 - LOCAL DE AMOSTRAGEM



FONTE: GUIAS PHILIPS (1999)

FIGURA 3 - COLETA DO MATERIAL EM CAMPO - *Bactris inundata*. A. Palmeira de *Bactris inundata*; B. Coleta das folhas; C. Extração das palhas; D. As palhas

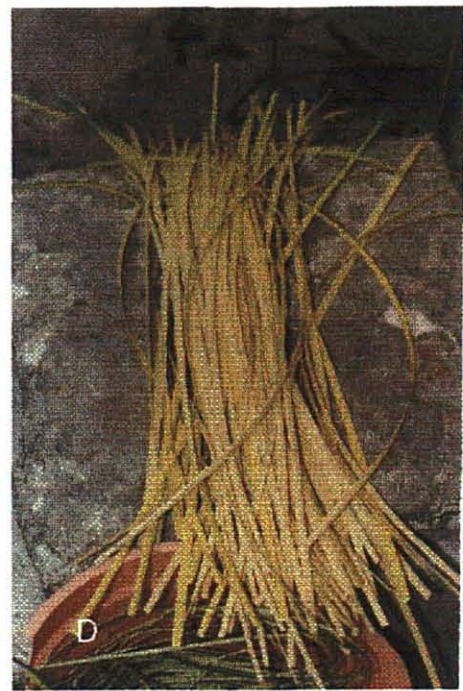
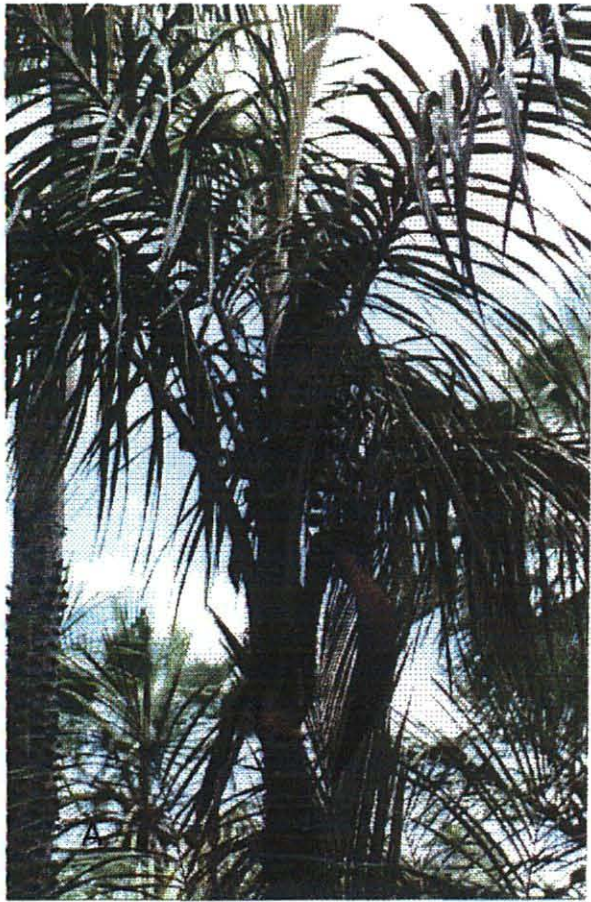


FIGURA 4 - COLETA DO MATERIAL EM CAMPO - *Mauritia vinifera*. A. Palmeira de *Mauritia vinifera*; B. Coleta das folhas; C. Extração das palhas; D. As palhas

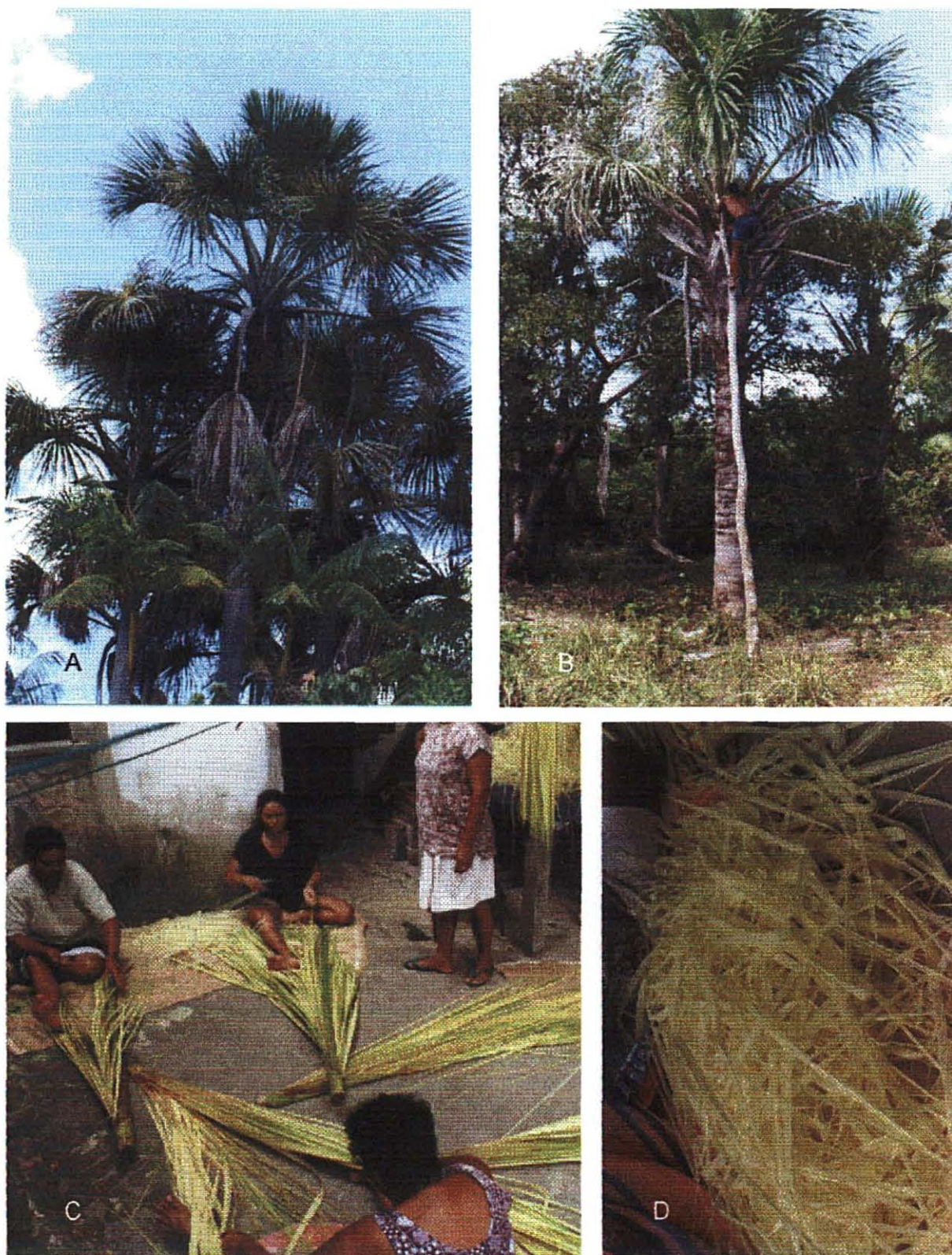


FIGURA 5 - SECAGEM NATURAL DA MATÉRIA-PRIMA



FIGURA 6 - VEGETAÇÃO CILIAR DO RIO PREGUIÇA NA REGIÃO DE BARREIRINHAS (MA)



3.2. MÉTODOS

3.2.1. Caracterização Física

Densidade Básica

A densidade básica do material foliar de ambas as palmáceas foi calculada em corpos de prova em triplicata pela relação entre a massa seca da amostra determinada em estufa à temperatura de $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, até peso constante, e seu volume saturado em água, determinado pelo deslocamento da água em proveta graduada conforme procedimento preconizado por AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981).

3.2.2. Caracterização Morfológica

Foram confeccionadas lâminas permanentes para análise da estrutura foliar, morfologia e comportamento das fibras das espécies em estudo frente aos cozimentos efetuados.

No preparo de lâminas permanentes destinadas à obtenção de cortes histológicos, foram retiradas à mão livre, com o auxílio de lâmina de barbear, seções transversais e longitudinais, nos terços basal, médio e apical da lâmina foliar de material fixado em FAA 70% por aproximadamente 48h e posteriormente armazenados em álcool etílico 70% (KRAUS e ARDUIN, 1997; JOHANSEN, 1940). Em seguida foram diafanizados em hipoclorito de sódio a 10%, e lavados em água destilada. Para coloração foram utilizados azul de astra a 1% e safranina a 1% em solução alcoólica a 50%, sendo posteriormente desidratado em série alcoólica crescente. As lâminas foram montadas utilizando-se bálsamo do Canadá. As lâminas destinadas à obtenção dos cortes histológicos foram preparadas no Laboratório de Botânica Estrutural do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Para as lâminas destinadas à determinação das características morfológicas das fibras e seu comportamento, diante dos diferentes tratamentos a que foram submetidas, foram empregadas fibras provenientes dos processos de tratamentos sem refinação. O material, depois de desintegrado, foi submetido à coloração com safranina a 1% em solução alcoólica, desidratado em série alcoólica crescente, passando logo ao acetato de butila e montadas com *Entellan*. As lâminas destinadas à determinação das características morfológicas das fibras foram preparadas no Laboratório de Anatomia da Madeira do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR.

Para a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), as amostras foram retiradas diretamente dos papéis obtidos nos diferentes tratamentos, que depois de desidratadas em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ foram coladas em suporte próprio. A metalização em ouro foi efetuada em metalizadora (“*Sputter Coater*”) BALTEC - modelo SCD 005. As eletromicrografias foram realizadas com filme VERICHROME PAN VP 120, da KODAK, por microscópio eletrônico de varredura XL 30 *Philips*, no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento (LATEC), no convênio da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) e UFPR.

As fotomicrografias das amostras da lâmina foliar foram realizadas em fotomicroscópio, marca CARL ZEISS, modelo AXIOLAB, do Laboratório de Botânica Estrutural do Departamento de Botânica da UFPR, utilizando filmes de 35mm, ASA 100, da marca *Kodak*. As escalas foram projetadas nas mesmas condições ópticas.

Tanto para as descrições microscópicas como para as mensurações dos elementos celulares individuais foram feitas com o auxílio de microscópio óptico CARL ZEISS de ocular micrométrica com filamento móvel, seguindo-se as recomendações de MUÑIZ e CORADIN (1991) e da Norma COPANT (C30: 1-19/74).

As mensurações das fibras foram obtidas com o auxílio de ocular micrométrica, sendo estes valores posteriormente multiplicados pelo coeficiente micrométrico. A média dos resultados do exame micrométrico representa a média da

mensuração de 100 fibras medidas em 10 lâminas. A classificação das fibras seguiu as recomendações da Norma COPANT (C30: 1-19/74).

Análise Microscópica

Pela análise microscópica das fibras das espécies estudadas, foram determinadas as seguintes características das fibras: Comprimento da fibra (l); Diâmetro da fibra (D); Diâmetro do lume (d) e Espessura da parede celular (e), calculada como a metade da diferença entre o diâmetro da fibra e o diâmetro do lume.

A partir das características levantadas, foram calculadas as principais relações entre as dimensões das fibras, consideradas importantes para a produção de celulose para papel e que estão relacionadas às propriedades físico-mecânicas do papel produzido. Estas relações foram determinadas conforme preconizam MILANEZ e FOELKEL (1981) e AZZINI *et al.* (1984).

Coeficiente de flexibilidade (CF), dado pela relação entre o diâmetro do lume (d) e o diâmetro da fibra (D), expressa em porcentagem:

$$CF = (d/D).100$$

Fração parede (FP), dado pela relação entre o dobro da espessura da parede celular (e) e o raio da fibra (D/2), expressa em porcentagem:

$$FP = (2e/D).100$$

Índice de enfiamento (IE), dado pela relação entre o comprimento (l) e o diâmetro (D) da fibra:

$$IE = l/D$$

Índice de Runkel (IR), dado pela relação entre duas vezes a espessura da parede celular (e) e o diâmetro do lume (d):

$$IR = 2e/d$$

Índice de Boiler (IB), dado pela relação entre as diferenças dos quadrados do diâmetro da fibra (D) e o diâmetro do lume (d) sobre a soma dos quadrados do diâmetro da fibra (D) e o diâmetro do lume (d):

$$IB = (D^2 - d^2) / (D^2 + d^2)$$

Índice de Mulsteph (IM), dado pela relação entre as diferenças dos quadrados do diâmetro da fibra (D) e o diâmetro do lume (d) sobre o diâmetro da fibra (D):

$$IM = (D^2 - d^2) / D^2$$

Os valores encontrados compreendem a média de cada índice para cada fibra. Foi adotado este critério por ter se verificado que os valores médios das características encontradas quando utilizadas na obtenção destes índices, divergem em alguns valores, prejudicando com isso a análise real destes índices.

Para cada uma das dimensões encontradas, assim como dos índices calculados, foram determinados os valores médio, máximo, mínimo, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança.

Os critérios para classificação das fibras segundo estes índices se encontram apresentados nos QUADROS 2 e 3.

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS SEGUNDO O COEFICIENTE DE FLEXIBILIDADE

COEFICIENTE DE FLEXIBILIDADE (%)	CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS		
	Colapso	Superfície de Contato	União Fibra-fibra
75 <	Sim	Boa	Boa
75 - 50	Parcial	Boa	Boa
50 - 30	Pouco	Pouca	Pouca
30 >	Não	Muito Pouca	Fraca

FONTE: ISTAS, HEREMANS e RAEKELBOOM.⁵ (1954) citados por PALMER e GIBBS (1974) e BLANCO ROJAS (1996).

⁵ ISTAS, J.R.; HEREMANS, R.; RAEKELBOOM, E.L. **INEAC. Série Technique** 43. P.29, 1954.

QUADRO 3 - QUALIDADE DE FIBRAS CELULÓSICAS PARA PRODUÇÃO DE PAPEL SEGUNDO ÍNDICE DE RUNKEL

ÍNDICE DE RUNKEL	QUALIDADE	GRUPO
0,25 >	Excelente	I
0,25 - 0,50	Muito boa	II
0,50 - 1,00	Boa	III
1,00 - 2,00	Regular	IV
> 2,00	Má	V

FONTE: RUNKEL⁶ (1952), citado por CARPIO (1992) e BLANCO ROJAS (1996)

3.2.3. Caracterização Química

Composição e Características da Matéria-prima

Com base nas normas técnicas da *Technical Association of Pulp and Paper Industry* (TAPPI), norte americana, e da *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (ABNT) foram realizadas análises dos constituintes químicos das matérias-primas em triplicata para cada espécie em estudo. As amostras em triplicatas foram preparadas de acordo com as recomendações da TAPPI T 257 cm-85 - "*Sampling and Preparing Wood for Analysis*", e TAPPI T 264 om-88 - "*Preparation of Wood for Chemical Analysis*". Muito embora o material utilizado fosse proveniente das folhas foram adotadas todas as normas referentes a ensaios com madeira devido a inexistência de normas específicas.

Preparo das Amostras

Inicialmente, o material foi transformado em serragem através do emprego de um Moinho de Facas - modelo AM 340, da marca MARCONI, e posteriormente passou por uma série de peneiras para obtenção da granulometria adequada. A serragem utilizada nos experimentos foi a resultante do material que atravessou a peneira de malha de 40 *mesh* e retida na de malha de 60 *mesh*. Deste material, depois de acondicionado em sacos plásticos, foi determinado o seu teor de umidade para posterior determinação do seu peso absolutamente seco (%AS). Este

⁶ RUNKEL, R.O.H. *Pulp from tropical wood*. TAPPI, Atlanta, 35(4):174-178, 1952.

procedimento seguiu as recomendações da TAPPI T 257 cm-85 e TAPPI T 264 om-88.

Ensaio de Caracterização

As **Solubilidades em Água Fria e Quente** foram determinadas segundo a Norma TAPPI T 207 om-93 - *“Water Solubility of Wood and Pulp”*. A solubilidade em água fria ou quente, que é expressa em porcentagem de produtos solúveis, é dada pela relação entre a diferença entre o peso seco inicial da amostra absolutamente seca (as) e o peso da amostra após extração, e o peso seco inicial da amostra absolutamente seca, todos em gramas.

As **Solubilidades em Hidróxido de Sódio a 1%** foram determinadas segundo a Norma TAPPI T 212 om-98 - *“One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp”*. A solubilidade em hidróxido de sódio, que é expressa em porcentagem de produtos solubilizados, é dada pela mesma relação da solubilidade em água.

As **Solubilidades em Álcool-Benzeno** foram determinadas de acordo com a Norma TAPPI T 204 cm-97 - *“Solvent Extractives of Wood and Pulp”*. A solubilidade é expressa em porcentagem de produtos solúveis e dada pela relação entre o peso do extrato e o peso seco inicial da amostra absolutamente seca, ambas em gramas.

Os **Extrativos Totais** foram determinados de acordo com a Norma TAPPI T 264 om-88 - *“Preparation of Wood for Chemical Analysis”*. Os teores de extrativos totais foram determinados após extração com mistura de álcool-benzeno 1:2, e depois com etanol 95%.

As **Cinzas** foram determinadas de acordo com a Norma TAPPI T 211 om-93 - *“Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard: Combustion at 525°C”*, e expressa pela porcentagem de cinzas, dada pela relação entre o peso da cinza e o peso seco inicial da amostra absolutamente seca, em gramas.

As **Celuloses** “**Cross & Bevan**” foram determinadas de acordo com a Norma ABNT NBR 7992:1984 - “*Madeira - Determinação da celulose “Cross & Bevan”*”, tendo como acessórias as recomendações da TAPPI T 257 cm-85 e TAPPI T 264 om-88. A porcentagem de celulose é dada pela relação entre a massa do resíduo e a massa da amostra absolutamente seca, em gramas.

As **Ligninas** foram determinadas de acordo com a Norma TAPPI T 222 om-88 - “*Acid-Insoluble Lignin in Wood and Pulp*”. A porcentagem de lignina é dada pela relação entre o peso da lignina e o peso seco inicial da amostra absolutamente seca, em gramas.

As **Pentosanas** foram determinadas de acordo com a Norma ABNT NBR 14080:1998 - “*Pasta celulósica e madeira - Determinação de pentosanas - Método colorimétrico com orcinol*”, tendo como acessórias as recomendações das TAPPI T257 cm-85 e TAPPI T264 om-88.

3.2.4. Produção de Celulose

Todos os ensaios referentes a produção de celulose foram realizados no Laboratório de Polpa e Papel da Escola de Floresta da UFPR.

3.2.4.1. Processo de Cozimento

Para a produção de polpa celulósica foi adotado o processo químico do tipo alcalino, processo sulfato ou *Kraft*, que utiliza o hidróxido (NaOH) e o sulfeto de sódio (Na₂S) no cozimento como agentes deslignificantes.

3.2.4.2. Condições de Cozimento

Baseados em condições preliminarmente determinadas para o cozimento destas espécies (PEREIRA, S.J.; FABROWSKI, F.J., 1999), em projeto piloto anteriormente desenvolvido para estes fins, e dos dados necessários para a geração das superfícies de respostas a que se propõe este trabalho, as condições de cozimento se encontram expressas no QUADRO 4.

QUADRO 4 - CONDIÇÕES DE COZIMENTO PARA O PROCESSO KRAFT DAS ESPÉCIES
Mauritia vinifera e *Bactris inundata*

COZIMENTO	VARIÁVEIS			CONSTANTES	
	Álcali Ativo (%)	Temperatura Máxima (°C)	Tempo na Temperatura Máxima (Minutos)	Sulfidez (%)	Relação Licor-Madeira
1	9	160	20	20	6:1
2	11	160	20	20	6:1
3	9	170	20	20	6:1
4	11	170	20	20	6:1
5	9	160	40	20	6:1
6	11	160	40	20	6:1
7	9	170	40	20	6:1
8	11	170	40	20	6:1
9	10	165	30	20	6:1
10	10	165	30	20	6:1
11	8,32	165	30	20	6:1
12	11,68	165	30	20	6:1
13	10,0	157	30	20	6:1
14	10,0	174	30	20	6:1
15	10,0	165	13	20	6:1
16	10,0	165	47	20	6:1
17	10,0	165	30	20	6:1

3.2.4.3. Cozimento

Os cozimentos foram realizados em autoclave (digestor) rotativo de aço inoxidável - modelo AU/E-20, da marca REGMED, de fabricação nacional, com 2 a 3 rpm, com capacidade de 20 litros, aquecido através de resistência elétrica e dotado de instrumentos de controle de temperatura (termômetro) e pressão (manômetro).

Para *Bactris inundata* foram digeridas 300 gramas de palhas absolutamente secas por cozimento, num total de 17 cozimentos. Para *Mauritia vinifera* foram digeridas 300 gramas de palhas absolutamente secas em 10 cozimentos e 250 gramas em 7 cozimentos. Foram realizados um total de 34 cozimentos.

Durante os processos, foram feitos os controles de temperatura e pressão de cozimento em intervalos de 5 minutos para que fosse possível traçar um perfil

médio destas condições de cozimento para as espécies em estudo, diante dos equipamentos utilizados.

3.2.4.4. Rendimentos em Celulose

As celuloses, depois do cozimento, foram lavadas e desfibradas em refinador de discos (BAUER) - modelo MD-300, da marca REGMED, de fabricação nacional. Após lavagem e refinação foram cuidadosamente pesadas em balança digital - modelo AS 2000, da marca REQUIPAL, com precisão de 0,01 gramas e acondicionadas em sacos plásticos identificados. Logo em seguida, à partir do material acondicionado, foram retiradas amostras em triplicata que foram secas em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ até peso constante para determinação de suas porcentagens absolutamente secas e cálculo dos rendimentos depurados das mesmas. Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABNT NBR 13998:1997 - *"Pastas celulósicas - Determinação do teor de massa seca - Método por secagem em estufa"*.

3.2.4.5. Determinação do Número Kappa

Após lavagem, refinação e depuração foram determinados os graus de designificação, ou número *kappa*, das celuloses de acordo com as Normas TAPPI T 236 cm-85 - *"Kappa Number of Pulp"*, e ABNT NBR 7537:1997 - *"Pastas celulósicas - Determinação do número Kappa"*.

3.2.5. Confecção da Folha do Papel

3.2.5.1. Refinação

As refinações das pastas celulósicas foram feitas utilizando um moinho JOKRO - modelo MJ/K6, da marca REGMED, de fabricação nacional, para uma consistência de 6%, e executadas de acordo com a Norma ABNT NBR 14346:1999, *"Pasta celulósica - Refinação em laboratório - Método Jokro"*. Para a *Mauritia vinifera*, as refinações foram conduzidas em tempos de 25, 50 e 75 minutos a 150 rpm. Para *Bactris inundata*, as refinações foram conduzidas em tempos de 10, 30 e

40 minutos. Estes tempos foram adotados em função dos valores de drenabilidade (Grau Schopper Riegler - °SR) encontrados nos ensaios preliminares para as espécies em estudo. Foram executados 4 refinamentos por cozimento, incluindo o tempo zero minutos, perfazendo um total de 68 refinamentos por espécie, e um total final de 136 refinamentos em todos os experimentos. O grau de refinação (°SR), para cada amostra do cozimento, foi obtido utilizando o aparelho SCHOPPER RIEGLER - modelo SR/A, da marca REGMED, de fabricação nacional, de acordo com as recomendações da Norma ABNT NBR 14031:1998, *“Pasta celulósica - Determinação da resistência à drenagem pelo aparelho Shopper-Riegler”*.

3.2.5.2. Formação das Folhas para Teste

A formação de folhas foi feita em formador de folhas tipo *RAPID-KÖTHEN* - modelo F/SS2, de dois secadores, da marca REGMED, de fabricação nacional, a partir de suspensão de polpa refinada e diluídas de modo a obter-se uma gramatura em torno de 60 g/m². As folhas formadas apresentam um diâmetro de 200 mm para uma área de 315 cm². Para cada tempo de moagem, inclusive o tempo zero, foram formadas 7 folhas, perfazendo um total de 476 folhas por espécie, e 952 folhas para todo o experimento. As folhas foram preparadas de acordo com as recomendações da Normas TAPPI T 205 om-88 - *“Forming Handsheets for Physical Tests of Pulp”* e ABNT NBR 14380:1999 - *“Pasta celulósica - Preparação de folhas em laboratório para ensaios físicos - Método Rapid-Köthen”*.

3.2.5.3. Acondicionamento das Folhas

Após a formação, as folhas, destinadas à realização dos testes físico-mecânicos, foram acondicionadas em atmosfera normalizada, em ambiente climatizado, à temperatura de $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 2)\%$ de umidade relativa, de acordo com a Norma ABTCP P4:1994 - *“Papel, cartão e pasta celulósica - Atmosfera normalizada para condicionamento e ensaio e procedimento de controle da atmosfera e condicionamento das amostras”*, em conformidade com a Norma TAPPI T 402 om-93 - *“Standard Conditioning and Testing Atmosphere for Paper, Board, Pulp Handsheets, and Related Products”*.

3.2.6. Ensaio Físico-mecânicos

Todos os ensaios físico-mecânicos foram realizados no Laboratório de Polpa e Papel da Escola de Floresta da UFPR.

Gramatura

A gramatura (G), massa por unidade de área, foi determinada pesando-se 5 folhas de papel acondicionadas em atmosfera normalizada, em uma balança analítica - modelo AP.310S, da marca OHAUS, com precisão de 0,0001g. A gramatura foi calculada pela relação entre o peso absolutamente seco médio dos corpos-de-prova (m), dada em gramas e a área do corpo-de-prova (A), dado em centímetros quadrados. A gramatura é expressa em unidades de gramas por metro quadrado (g/m²). A determinação da gramatura seguiu as recomendações da Norma TAPPI T 220 om-88 - *“Physical testing of pulp handsheets”* e da ABTCP P6:1996 - *“Papel e cartão - Determinação da gramatura”*.

$$G = (m/A) \times 10\,000$$

Espessura

A espessura (e) foi determinada utilizando-se 5 folhas de papel acondicionadas em atmosfera normalizada, que foram dobradas no sentido diametral e realizadas 10 medições das espessuras em pontos ao longo dos corpos-de-prova com auxílio de um Micrômetro Digital, da marca *Mytutoia*. A espessura foi calculada pela média das medidas efetuadas com precisão de 0,01mm. A espessura é expressa em micrômetros (µm), e foi calculada de acordo com as recomendações das Normas TAPPI T 220 om-88 e da ABTCP P5:1994 - *“Papel e cartão - Determinação da espessura e da densidade aparente ou volume específico aparente”*.

Densidade Aparente

A densidade aparente (DA), foi calculada pela relação entre a gramatura (G), dada em gramas por metro quadrado (g/m^2), e a espessura média das folhas (e), em micrômetros (μm). A densidade aparente é dada em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma TAPPI 220 om-88 e da ABNT P5:1994.

$$DA = G/e$$

Volume Específico Aparente

O volume específico aparente (VEA) foi calculado pela relação entre a espessura média das folhas (e), dada em micrômetros (μm) e a gramatura (G), em gramas por metro quadrado (g/m^2). O volume específico é expresso em centímetros cúbicos por grama (cm^3/g). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma TAPPI 220 om-88 e da ABNT P5:1994.

$$VEA = e/G$$

Resistência à Tração

A resistência à tração, força máxima de tração por unidade de largura que o papel suporta antes de se romper, sob condições definidas em Norma, foi determinada através de ensaios realizados em Máquina de Tração - modelo RE/A-30, da marca REGMED, de fabricação nacional. A resistência à tração (RT) é calculada pela relação entre a força média de tração (F), dada em *newtons* (N), e a largura do corpo-de-prova (L), em milímetros (mm). A resistência à tração é expressa em quilonewtons por metro (kN/m). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P7:1994 - "*Determinação das propriedades de tração - Método da velocidade constante de carga*". Este ensaio utilizou 15 corpos de provas por refino para determinação dos valores da resistência à tração.

$$RT = F/L$$

Comprimento de Auto-ruptura

O comprimento de auto-ruptura (CR), comprimento limite calculado para que uma tira de papel, de largura uniforme e suspensa por uma das extremidades, se rompa sob o efeito da própria massa, foi calculado pela relação entre a força média de tração (F), expressa em newtons (N) e a gramatura (G), em gramas por metro quadrado (g/m²), vezes a largura (L) do corpo-de-prova, em milímetros (mm). O comprimento de auto-ruptura é expresso em quilômetros (km). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P7:1994.

$$CR = (F/(9,81 \times L \times G)) \times 10^3$$

Índice de Tração

O índice de tração (IT) foi calculado pela relação entre a resistência à tração (RT), expressa em quilonewtons por metro e a gramatura do corpo-de-prova (G), em gramas por metro quadrado (g/m²). O índice de tração é dado em newtons metro por grama (N.m/g). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P7:1994.

$$IT = (RT/G) \times 10^3$$

Resistência ao Arrebentamento

A resistência ao arrebentamento, pressão máxima que uma única folha de papel pode suportar sob as condições de ensaio, foi determinada através de equipamento do tipo *MULLEN TESTER* – modelo MT/MotA, da marca REGMED, de fabricação nacional. A resistência ao arrebentamento (P), expressa em quilopascal (kPa), é dada pela relação entre a média das leituras da resistência ao arrebentamento, em quilopascal (kPa) e o número de folhas (n) ensaiadas em conjunto. Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P8:1994 - “Papel - Determinação da resistência ao arrebentamento”.

$$P = A/n$$

Índice de Arrebentamento (Estouro)

O índice de arrebentamento (IA) é dado pela relação entre a resistência média ao arrebentamento (P), em quilopascal (kPa), de 10 corpos-de-prova e a gramatura (G), em gramas por metro quadrado (g/m²), do papel. O índice de arrebentamento é expresso em quilopascal vezes metro quadrado por grama (kPa.m²/g). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P8:1994 - *"Papel - Determinação da resistência ao arrebentamento"*.

$$IA = P/G$$

Resistência ao Rasgo

A resistência ao rasgo (RR) foi determinada em aparelho tipo *ELMENDORF* - modelo ED-1600, da marca REGMED, de fabricação nacional, e calculada pela relação entre a média aritmética das leituras, em *milinewtons (mN)*, e o número de folhas rasgadas simultaneamente. Nestes ensaios foram rasgadas 5 folhas, seguindo as especificações do fabricante. A resistência ao rasgo é expressa em *milinewtons (mN)*. Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P9:1994 - *"Papel - Determinação da resistência ao rasgo"*.

$$RR = L/n$$

Índice de Rasgo

O índice de rasgo (IR) foi calculado através da relação entre a resistência ao rasgo (RR), dada em *milinewtons (mN)*, e a gramatura (G), dada em gramas por metro quadrado. O índice de rasgo é expresso em *milinewtons metro quadrado por grama (mN.m²/g)*. Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P9:1994 - *"Papel - Determinação da resistência ao rasgo"*.

$$IR = RR/G$$

Permeância ao Ar

A permeância ao ar (P), fluxo médio de ar que passa pelo corpo-de-prova, sob diferença de pressão por unidade de tempo, foi determinada através de Densímetro tipo *GURLEY* – modelo PGH-T, da marca REGMED, de fabricação nacional. Foram utilizados 10 corpos-de-prova para determinação do tempo médio (t) para a passagem de 100 mL de ar, em segundos (s). A permeância é expressa em micrometro por pascal x segundo ($\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$). Este procedimento seguiu as recomendações da Norma ABTCP P32:1994 - “*Papel e cartão - Determinação da permeância ao ar (Gurley)*”. Entretanto, como o objetivo de facilitar a análise comparativa com outros trabalhos publicados, esta propriedade será expressa em unidade usual de segundos por cem mililitros de ar ($\text{s}/100\text{ml}$), unidade utilizada pela TAPPI T460 e T536.

$$P = 127/t$$

Opacidade

A opacidade, relação da reflectância de uma folha de papel com um fundo preto para a reflectância da mesma folha de papel com um fundo branco, foi determinada em aparelho de Alvura/Opacidade - modelo AL/OP, da marca REGMED, de fabricação nacional. Foram utilizados 10 corpos-de-prova no ensaio para cada refinação. A opacidade é expressa em percentagem. A determinação da opacidade do papel seguiu as recomendações da Norma ABTCP P 18/73 - “*Determinação da opacidade do Papel*”, e da TAPPI T 425 om-91 - “*Opacity of Paper*”.

Alvura

A alvura, reflectância expressa como percentagem da reflectância de um padrão esfumado com óxido de magnésio medida por um reflectômetro construído para dar iluminação de onda efetivo de 457 nm, foi determinada em aparelho de Alvura/Opacidade - modelo AL/OP, da marca REGMED, de fabricação nacional. A

alvura é dada em percentagem da alvura do óxido de magnésio (MgO). A determinação da alvura do papel seguiu as recomendações da Norma ABTCP P 16/73 - *“Determinação da alvura do papel e cartão”*, e da TAPPI T 452 om-92 - *“Brightness of Pulp, Paper, and Paperboard”*.

3.2.7. Modelo de Superfície de Resposta

Nos modelos de Superfície de Resposta, em geral, deseja-se obter o ponto ou a região em que a variável de interesse apresente o melhor comportamento, denominado como ótimo, quando submetida ao controle de alguns fatores.

Esta metodologia consiste em uma coleção de ferramentas estatísticas destinadas a análise e posterior adequação de problemas em que a resposta de interesse é influenciada por uma ou mais variáveis no intuito de otimizar esta resposta (DRAPER e COX, 1987; MONTGOMERY, 1996).

Geralmente esta superfície é representada como um sólido em um espaço tri-dimensional.

Ocorre, entretanto, na maior parte dos problemas de Superfície de Resposta, que o formato da relação entre a variável resposta e as variáveis independentes (fatores) não é conhecido. Assim, o primeiro passo é encontrar uma aproximação adequada para a verdadeira função, geralmente, de baixa ordem polinomial. Se for possível encontrar uma função linear das variáveis independentes, o modelo será da seguinte forma:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_k * x_k + \varepsilon_i$$

Se existir uma curvatura no sistema, então um polinômio de maior grau será utilizado, como por exemplo um modelo de segunda ordem:

$$y_{ijk} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} * x_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{\substack{j=1 \\ i < j}}^k \beta_{ij} * x_i * x_j + \varepsilon_{ijk}$$

Para a estimativa dos parâmetros utiliza-se o método de mínimos quadrados. Desta forma, a análise é feita em termos da superfície ajustada. Se o ajuste for uma aproximação adequada, então, a análise da superfície ajustada será aproximadamente equivalente a análise do sistema verdadeiro.

O objetivo principal desta metodologia é direcionar o experimento de forma rápida e eficientemente para uma região vizinha da ótima.

Destaca-se ainda, que o interesse, em geral, nos experimentos de Superfície de Resposta consiste em encontrar uma combinação de fatores que proporcione um ponto designado como ótimo.

Importante notar que uma região vizinha da ótima implica em uma região onde o experimento apresenta a melhor resposta implicando em um ponto ótimo. O ponto ótimo coincide com o maior valor estimado pelo modelo quando se trata de modelos de 2ª ordem (modelo de parábola). Ao se considerar um modelo de 1ª ordem (modelo de reta) esta associação fica prejudicada, pois o maior valor estimado não implicará necessariamente em um ponto ótimo, já que não se sabe qual comportamento o modelo terá nas suas imediações.

3.2.7.1. Delineamento Central Composto

O Delineamento Central Composto é uma forma de aplicação da metodologia de Superfície de Resposta. Tem como característica principal a utilização de pontos centrais e “pontos estrela” no experimento.

Atribuem-se valores contínuos para os fatores dentro de um espaço amostral considerando os níveis de cada fator como uma aresta de um cubo. Desta forma, como cada fator tem dois níveis atribui-se o valor -1 para o menor nível e o valor +1 para o maior nível. Assim, os fatores podem assumir qualquer valor dentro do intervalo (-1;+1).

3.2.7.2. Matriz do Delineamento

A matriz do delineamento para o experimento com as palmeiras de *Mauritia vinifera* e *Bactris unundata* é dada no QUADRO 5.

QUADRO 5 - MATRIZ DO DELINEAMENTO E VALORES DAS VARIÁVEIS NO EXPERIMENTO

Cozimento	Matriz do Delineamento			Valores das Variáveis		
	Álcali Ativo	Temperatura Máxima	Tempo	Álcali Ativo	Temperatura Máxima	Tempo ⁽¹⁾
1	-1	-1	-1	9	160	20
2	1	-1	-1	11	160	20
3	-1	1	-1	9	170	20
4	1	1	-1	11	170	20
5	-1	-1	1	9	160	40
6	1	-1	1	11	160	40
7	-1	1	1	9	170	40
8	1	1	1	11	170	40
9	0	0	0	10	165	30
10	0	0	0	10	165	30
11	-1,67332	0	0	8,32	165	30
12	1,67332	0	0	11,68	165	30
13	0	-1,67332	0	10	157	30
14	0	1,67332	0	10	174	30
15	0	0	-1,67332	10	165	13
16	0	0	1,67332	10	165	47
17	0	0	0	10	165	30

(1) Tempo na temperatura máxima.

Os oito primeiros valores relacionados no quadro se referem a todas as combinações possíveis entre todos os níveis de cada fator. A partir do nono valor passa-se às características do delineamento central composto propriamente dito.

Os valores 0 (zero) correspondem as repetições do experimento nos valores centrais de cada fator. Esta é a única forma de analisar o erro neste delineamento pois serão as únicas repetições que serão feitas.

Os valores de $\pm 1,67332$ correspondem aos “pontos estrela”, também chamada de distância axial. Estes “pontos estrela” consistem apenas em uma ligeira extrapolação que é feita para cada extremo de cada fator de forma a se ter um indicador para uma região próxima à analisada no espaço amostral.

Note-se que, como existem 3 fatores controlados e uma variável resposta, tem-se que a superfície modelada será de um espaço com 4 dimensões. Só poderá ser feita uma análise gráfica se pelo menos um fator não for significativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DENSIDADE BÁSICA

As densidades básicas das folhas de *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* se apresentaram bastante uniformes no momento de suas determinações, evidenciando variações somente por espécie. A maior densidade básica foi observada em *Bactris inundata* que apresentou um valor médio de 0,342g/cm³, enquanto *Mauritia vinifera* apresentou um valor médio de 0,172g/cm³ de densidade básica. A diferença sensível que se observa se deve ao fato de que na *B. inundata* retirou-se o material do folíolo, enquanto que da *M. vinifera* o material foi proveniente do linho.

Os valores de *M. vinifera* foram superiores aos do lenho de *Hibiscus cannabinus* L. (0,130g/cm³) encontrado por CIARAMELLO e AZZINI (1971b) e aos encontrados para *Boehmeria nivea* Gaud. (0,138 g/cm³) por AZZINI *et al.* (1993). O Quenafe (*Hibiscus cannabinus* L.) analisado por AZZINI *ibid.* apresentou os mesmos valores encontrados para *M. vinifera* (0,172g/cm³) neste trabalho. A densidade de *M. vinifera* ainda pode ser agrupada junto a do lenho de Mamona (*Ricinus communis* L.) encontrada por AZZINI *et al.* (1981) que apresentou uma variação de 0,156 a 0,241g/cm³.

Os valores observados para a densidade das folhas de *Bactris inundata* foram superiores aos encontrados para o lenho de *Crotalaria juncea* L. (0,255g/cm³; 0,286g/cm³) por AZZINI *et al.* (1981; 1993) e de 6 variedades de *Corchorus* sp. (0,270- 0,335g/cm³) por AZZINI *et al.* (1993). A densidade de *B. inundata* ainda é superior a de *Agave sisalana* Perr. (0,230g/cm³) observada por AZZINI *et al.* (1989). Entre as não madeiras, a densidade desta matéria-prima, se encontra inserida nos valores encontrados por BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983) para o caule de *Gossypium* sp. (0,253-0,391g/cm³). Para as madeiras de uso comum, na produção de papel, a densidade de *B. inundata* se encontra próxima aos valores observados para *Pinus elliottii* (0,316g/cm³), *Pinus taeda* (0,347g/cm³) e *Pinus caribaea* (0,353g/cm³) por FOELKEL *et al.* (1975).

Estes valores são relativamente baixos quando comparados com os encontrados nas matérias-primas empregadas na produção de celulose e papel, como, as não madeiras exóticas, *Bambusa vulgares* Schrad (AZZINI *et al.*, 1988; TOMAZELLO FILHO e AZZINI, 1988) que variaram de 0,428g/cm³ a 0,810g/cm³ e *B. tuldoides* Munro (AZZINI *et al.*, 1988) que apresenta uma densidade média de 0,646g/cm³. Para o Bambu nativo do Acre, CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b) e CORRÊA e FRAZÃO (1994), observaram valores de densidade em torno de 0,64g/cm³ e 0,42g/cm³ (*Guadua weberbaueri* Pilger), respectivamente (TABELA 5).

Muito embora as densidades de *M. vinifera* e *B. inundata* se encontrem em patamares abaixo das já largamente empregadas na indústria de celulose e papel, os grandes valores que podem-se agregar a estas espécies estão nas suas respostas aos ensaios físico-mecânicos e seus rendimentos frente a algumas já consagradas, como os caules de bambus, que apresentam baixo rendimento em fibras celulósicas (GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA, 1982).

4.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

Análise Microscópica

Nas TABELAS 1, 2 e 3 estão apresentadas as características morfológicas das fibras de *M. vinifera* e *B. inundata*, assim como as principais relações que as caracterizam como matérias-primas fibrosas para a produção de celulose e papel. Na TABELA 5 estão condensadas as principais características morfológicas das espécies não arbóreas (não-madeira) pesquisadas até hoje no Brasil, e as espécies comumente utilizadas na produção de celulose e papel.

O comprimento das fibras de *M. vinifera* variou de um valor mínimo de 1,00 mm a um valor máximo de 2,65 mm, tendo um valor médio de 1,60 mm para um desvio padrão de 0,37.

O comprimento médio das fibras de *M. vinifera* (1,60 mm) a caracterizam, de acordo com a COPANT (1974), como uma fibra curta, muito embora, de acordo com

a TABELA 4, pode-se verificar que 44% das fibras se encontram acima das dimensões classificadas como curtas, mostrando que quase a metade das dimensões levantadas se encontram em uma faixa superior de classificação. O comprimento da fibra da folha de *M. vinifera*, no entanto, é superior a muitas espécies não arbóreas, como o Bagaço de cana (0,49-1,30 mm) observado por BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976), o lenho da Crotalária (0,71-0,83 mm) observado por AZZINI *et al.* (1981), o lenho da Juta (0,70-0,82 mm) observado por AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986), e da Malva (1,12 mm) observado por CRONIS (1985), dados na TABELA 5. Nas espécies arbóreas comumente usadas na produção de polpa e papel, como as fibras de Eucalipto (0,90-1,03 mm), ainda se encontram em patamares inferiores ao de *M. vinifera* (CRONIS, 1985; MACHADO *et al.*, 1987; MARQUES, FOELKEL e OLIVEIRA, 1979). O comprimento da fibra de *M. vinifera* se encontra mais próximo das do caule de soqueira de Algodão (1,61 mm) e do resíduo agrícola de Trigo (1,47-1,73 mm) observados respectivamente por BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983) e CAHEN *et al.* (1984).

No presente trabalho a largura das fibras de *M. vinifera* variou de um máximo de 12,50 μm a um mínimo de 5,00 μm para um desvio padrão de 1,76. A largura média encontrada foi de 10,03 μm .

A largura média das fibras de *M. vinifera* (10,03 μm) foi inferior a todas as fibras encontradas na literatura, chegando perto da largura média das fibras de palhas de Cana-de-açúcar (12,80 μm) e do valor inferior do Sorgo (10,64-17,11 μm) encontrados por AZZINI *et al.* (1983) e AZZINI, ZIMBACK e GONDIM-TOMAZ (1996), caracterizando, portanto, a fibra de *M. vinifera* como uma fibra longa e estreita. Nas FIGURAS 7 e 8 estão mostradas as fotos micrográficas das lâminas foliares e das fibras de *M. vinifera*.

O comprimento da fibra (1,60 μm), a largura da fibra, o diâmetro médio do lume (3,42 μm) e a espessura média da parede (3,30 μm) de *M. vinifera*, através de suas relações, definem as características morfológicas que conferem as propriedades papeleiras dessas fibras. Estas relações não serão muito favorecidas principalmente pelo baixo valor médio do lume, que, devido a estas dimensões, não

favorecerá o aparecimento de muitas ligações entre as fibras. O baixo valor do diâmetro do lume pode proporcionar baixos valores em algumas propriedades de resistência físico-mecânicas do papel produzido com estas fibras celulósicas. Estas relações podem ser verificadas na TABELA 1. O baixo Coeficiente médio de Flexibilidade (34,27%) de acordo com ISTAS *et al.* (1954) caracterizam fibras que tem pouco colapso, pouca superfície de contato e pouca união fibra-fibra (QUADRO 2), podendo resultar em propriedades de baixa resistência à tração e arrebentamento do papel. O Índice médio de Enfeltramento (165,25) é alto e se agrupa com o Bambu (131,42-207,31), e o Sisal (126,58-179,00), podendo resultar em propriedades de boa resistência ao rasgo (TABELA 5).

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE *Mauritia vinifera* Martius⁽¹⁾

CARACTERÍSTICAS Morfológicas/Propriedades	DIMENSÕES DAS FIBRAS			
	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Comprimento da fibra (mm)	1,60	2,65	1,00	0,37
Largura da fibra (um)	10,03	12,50	5,00	1,76
Diâmetro do Lume (um)	3,42	7,50	1,75	1,46
Espessura da Parede (um)	3,30	5,00	1,25	0,92
Coeficiente de Flexibilidade (%)	34,27	75,00	20,00	12,88
Índice de Enfeltramento	165,25	316,00	87,20	46,85
Fração Parede (%)	65,73	80,00	25,00	12,88
Índice de Runkel	2,29	4,00	0,33	1,05
Índice de Boiler	0,78	0,92	0,28	0,15
Índice de Mulsteph	0,87	0,96	0,44	0,11

(1) Médias de 100 fibras;

O valor alto do Índice de *Runkel* (2,29), que está relacionado ao Índice de Flexibilidade, deixa a fibra da folha de *M. vinifera* fora desta classificação (QUADRO 3). Pelas relações entre as dimensões das fibras das folhas de *M. vinifera*, pode-se observar, através da TABELA 5, que estas propriedades se enquadram próximas aos grupos de fibras de Bambus e Sisal.

Na análise microscópica efetuada na lâmina foliar e no material macerado de *Bactris inundata* foi verificado a ocorrência de duas fibras com características anatômicas bem diferenciadas (FIGURA 9 e 10). Uma longa, dominante, com comprimento médio de fibra igual a 2,33 mm (Fibra B) e outra, extremamente curta (Fibra A), com comprimento médio de 0,69 mm (TABELA 2 e 3).

FIGURA 7 - FOTOMICROGRAFIAS DA LÂMINA FOLIAR DE *Mauritia vinifera* Martius:
A. Corte Transversal 4X; B. Corte Transversal 10X; C. Corte Longitudinal 10X; D. Corte Transversal 40X

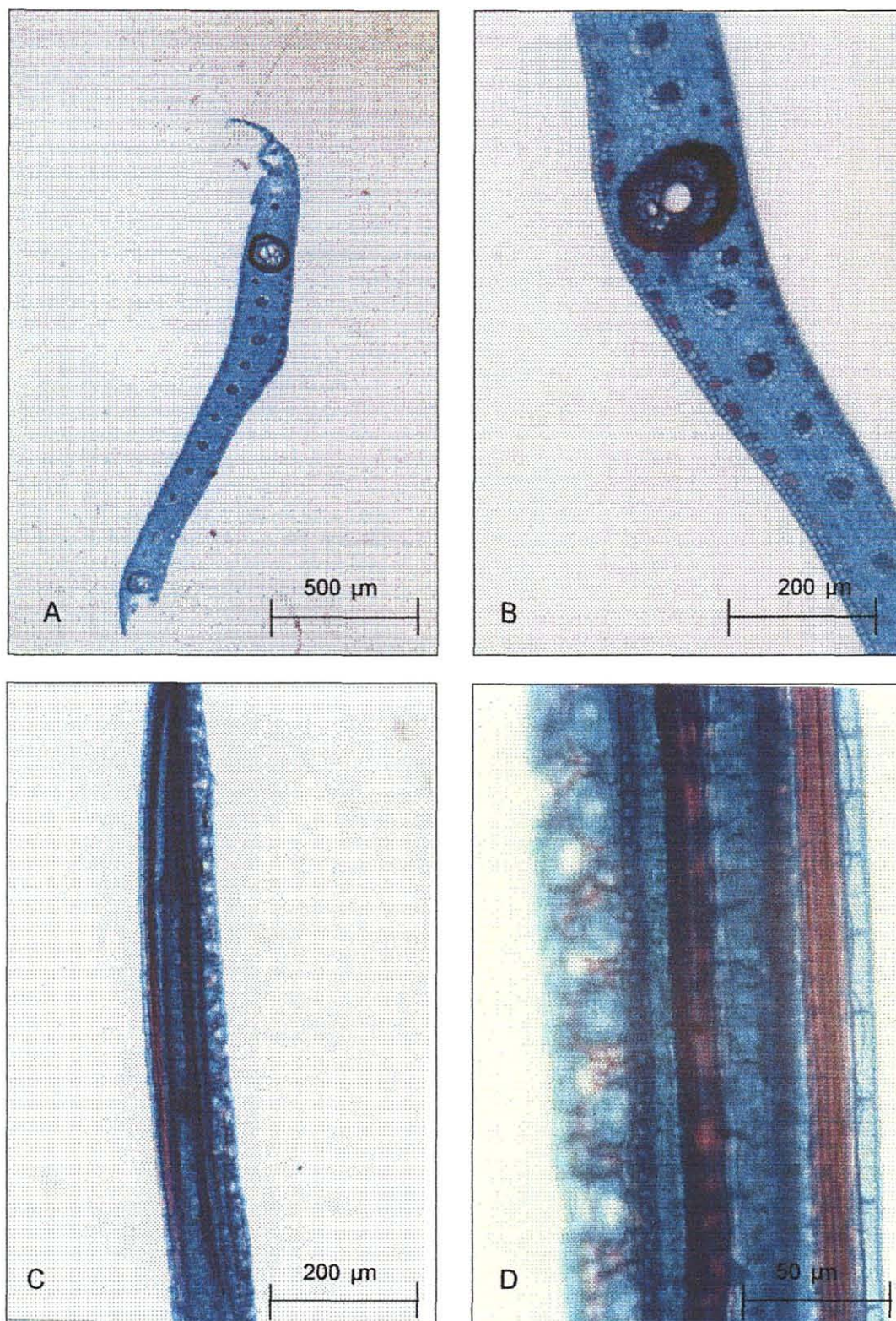
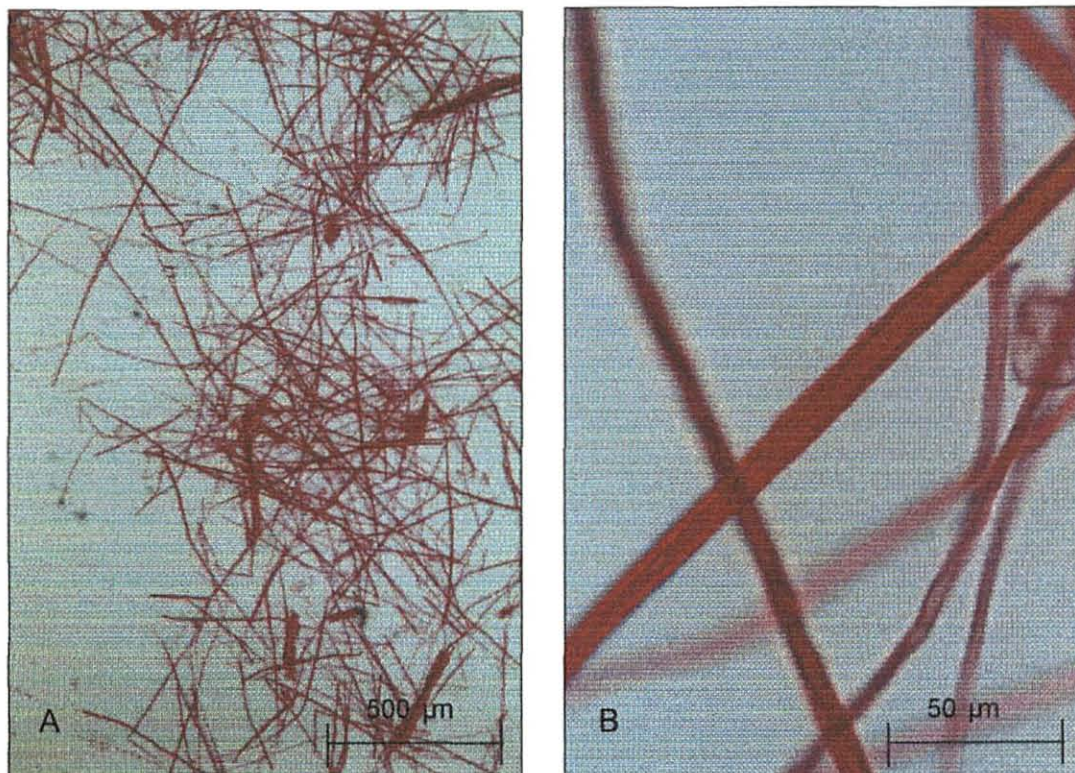


FIGURA 8 - FOTOMICROGRAFIAS DAS FIBRAS DE *Mauritia vinifera* Martius:
A. Arranjo de Fibras 4x; B. Detalhe da Fibra 40x



Pelo comprimento médio das Fibras A (0,69 mm) de *Bactris inundata* e, pela frequência dos intervalos de comprimento dados na TABELA 4, a COPANT classifica estas fibras como extremamente curtas. Estes comprimentos se encontram inseridos no grupo das fibras do lenho da Crotalária (0,71-0,83 mm) e da Juta (0,70-0,82 mm) observados por AZZINI *et al.* (1981) e AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986). Estes comprimentos ainda foram observados na casca de Amendoim (0,57-0,67 mm) por AZZINI, GODOY e GERIN (1983) e de Rami (0,55-0,58 mm) por SPOLADORE, BENATTI e AZZINI (1984). Este valor se encontra, também, entre os grupos das fibras da medula do Bagaço de Cana-de-açúcar (0,49-0,55 mm) observados por BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976) e da Soqueira de Algodão (0,76-0,82mm) observada por CRONIS (1985).

A largura das Fibras "A" de *B. inundata* variou de um máximo de 15,00 µm a um mínimo de 7,5 µm para um desvio padrão de 1,76. A largura média encontrada, muito próxima de *Mauritia vinifera* (10,03 µm), foi de 10,56µm. As observações feitas neste trabalho acerca da largura das fibras de *M. vinifera* também servem para a

Fibra "A" de *B. inundata*. O diâmetro médio de lume na faixa da Fibra "A" (2,63 μm) de *B. inundata* só encontra-se no Bambu (2,45-2,71 μm) e no Sorgo (2,26-5,67 μm) observados por AZZINI *et al.* (1978; 1988; 1983).

A espessura média da parede (3,97 μm) das Fibras "A" de *B. inundata* se encontra em uma faixa muito inferior à maioria de espécies não arbóreas, entretanto, se encontra na mesma faixa dos Eucaliptos (3,64-4,12 μm) observados por MARQUES, FOELKEL e OLIVEIRA (1979), CRONIS (1985) e MACHADO *et al.* (1987). Nas FIGURAS 9 e 10 estão mostradas as fotos micrográficas das lâminas foliares e das fibras de *B. inundata*.

O Coeficiente médio de Flexibilidade (25,12%) ainda mais baixo que o de *M. vinifera* implica, novamente, em fibras que tem pouco colapso, pouca superfície de contato e pouca união fibra-fibra (ISTAS *et al.*, 1954), consequentemente, podendo apresentar, no papel, baixa resistência à tração e ao arrebatamento. O Índice médio de Enfeltramento (66,85), que se encontra em patamares equivalentes aos de *Pinus* (FOLKEL *et al.*, 1975), mostra uma tendência de boa resistência ao rasgo. O valor alto do índice de *Runkel* (3,18) ainda deixa a Fibra "A" da folha de *B. inundata* fora, também, desta classificação.

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE *Bactris inundata* Martius - Fibra "A" ⁽¹⁾

CARACTERÍSTICAS Morfológicas/Propriedades	DIMENSÕES DAS FIBRAS			
	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Comprimento da fibra (mm)	0,69	1,16	0,42	0,16
Largura da fibra (μm)	10,56	15,00	7,50	1,59
Diâmetro do Lume (μm)	2,63	5,00	1,25	0,63
Espessura da Parede (μm)	3,97	5,00	2,50	0,73
Coeficiente de Flexibilidade (%)	25,12	50,00	12,50	5,67
Índice de Enfeltramento	66,85	120,00	34,40	17,4
Fração Parede (%)	74,88	87,50	50,00	5,67
Índice de Runkel	3,18	7,00	1,00	0,95
Índice de Boiler	0,88	0,97	0,60	0,05
Índice de Mulsteph	0,93	0,98	0,75	0,03

(1) Média de 100 fibras.

O comprimento das Fibras "B" de *B. inundata* variou de um valor mínimo de 1,22 mm a um valor máximo de 4,00 mm, tendo um valor médio de 2,33 mm para um desvio padrão de 0,53.

As Fibras "B" das folhas de *Bactris inundata* apresentam um comprimento médio (2,33 mm) muito superior aos valores observados para a Fibra "A" (0,69 mm) e ao de *Mauritia vinifera* (1,60 mm). O valor médio alcançado permite a sua classificação, de acordo com a COPANT, como fibras muito longas. Não deixa de ser interessante observar, através da TABELA 4, que a maior parte das fibras estão concentradas na frequência acima de 2,00 mm (72%). Levando em consideração as características das Fibras "A", este fato provavelmente venha conferir alguma propriedade adicional a estas fibras. Este comprimento de fibras coloca as Fibras "B" de *B. inundata* em uma posição acima da maioria das espécies não arbóreas, chegando perto das fibras de Bambu (2,24-3,34 mm) e do Sisal (2,14-2,94 mm) (TABELA 5).

A largura média, das Fibras "B" (7,66 μm), caiu para valores inferiores a de *Mauritia vinifera* (10,03 μm) e da Fibra "A" (10,56 μm) de *Bactris inundata*. O seu valor máximo (12,50 μm) e seu valor mínimo (5,00 μm) acompanham os mesmos valores encontrados para a *M. vinifera*. O valor encontrado para a largura média da Fibra "B" das folhas de *B. inundata* a torna a fibra mais fina em toda literatura pesquisada sobre fibras celulósicas de espécies não arbóreas. Somente em fibras de Palha de Cana-de-açúcar (12,80 μm), espécie não arbórea de largo uso na produção de celulose e papel, e de Palha de Arroz (12,00 μm) encontramos valores tão baixos (AZZINI, ZIMBACK e GONDIM-TOMAZ, 1996; CAHEN *et al.*, 1984).

O diâmetro do lume, da Fibra "B", variou de um mínimo de 1,25 μm para um máximo de 3,75 μm , tendo como valor médio 1,85 μm , que o caracteriza como uma das menores dimensões encontradas para o lume de uma fibra. O Bambu (*Bambusa vulgares* Schrad), das espécies não arbóreas, fornecedoras de matérias-primas de uso corrente, e reconhecidas na produção de celulose, é o que apresenta o menor valor (2,45 μm) de diâmetro de lume (TOMAZELLO FILHO e AZZINI, 1988).

O valor da espessura média da parede da Fibra "B" (2,91 μm) da folha de *B. inundata*, novamente, faz com que esta fibra seja considerada a mais fina, em largura, diâmetro de lume e espessura de parede, diante das demais fibras celulósicas encontradas na bibliografia consultada (TABELA 5).

O Coeficiente médio de Flexibilidade (24,09%) continua nos mesmos patamares das fibras de *M. vinifera* e Fibra "A" da *B. inundata*, tendo as mesmas implicações de interface entre fibras e sobre as propriedades físico-mecânicas. O alto Índice de Enfeltramento (313,59) pode resultar em papéis com elevada resistência ao rasgo e de maior porosidade. Estas fibras, seguindo a tendência das anteriormente discutidas, pelas características apresentadas, podem ser inseridas no grupo dos Bambus (TABELA 5).

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE *Bactris inundata* Martius - "Fibra B"⁽¹⁾

CARACTERÍSTICAS Morfológicas/Propriedades	DIMENSÕES DAS FIBRAS			
	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Comprimento da fibra (mm)	2,33	4,00	1,22	0,53
Largura da fibra (μm)	7,66	12,50	5,00	1,28
Diâmetro do Lume (μm)	1,85	3,75	1,25	0,65
Espessura da Parede (μm)	2,91	5,00	1,88	0,56
Coeficiente de Flexibilidade (%)	24,09	50,00	14,29	7,56
Índice de Enfeltramento	313,59	533,33	122,00	91,66
Fração Parede (%)	75,91	85,71	50,00	7,56
Índice de Runkel	3,55	6,00	1,00	1,33
Índice de Boiler	0,88	0,96	0,60	0,07
Índice de Mulsteph	0,94	0,98	0,75	0,04

(1) Média de 100 fibras.

TABELA 4 - FREQUÊNCIA DOS INTERVALOS DE COMPRIMENTO DAS FIBRAS DE *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* ^{(1) (2)}

ESPÉCIE	FREQUÊNCIA DE COMPRIMENTO (mm)				
	até 0,75	0,76 a 1,00	1,10 a 1,50	1,60 a 2,00	acima de 2,00
	(ext. curtas)	(Muito Curtas)	(Curtas)	(Longas)	(Muito Longas)
<i>Mauritia vinifera</i>	0	3	53	28	16
<i>Bactris inundata</i> -Fibra A	65	34	1	0	0
<i>Bactris inundata</i> -Fibra B	0	0	10	18	72

(1) de acordo com a COPANT (74);

(2) Média de 100 fibras.

FIGURA 9 - FOTOMICROGRÁFIAS DA LÂMINA FOLIAR DE *Bactris inundata* Martius:
A. Corte Transversal 4X; B. Corte Transversal 10X; C. Corte Longitudinal 10X; D. Corte Transversal 40X.

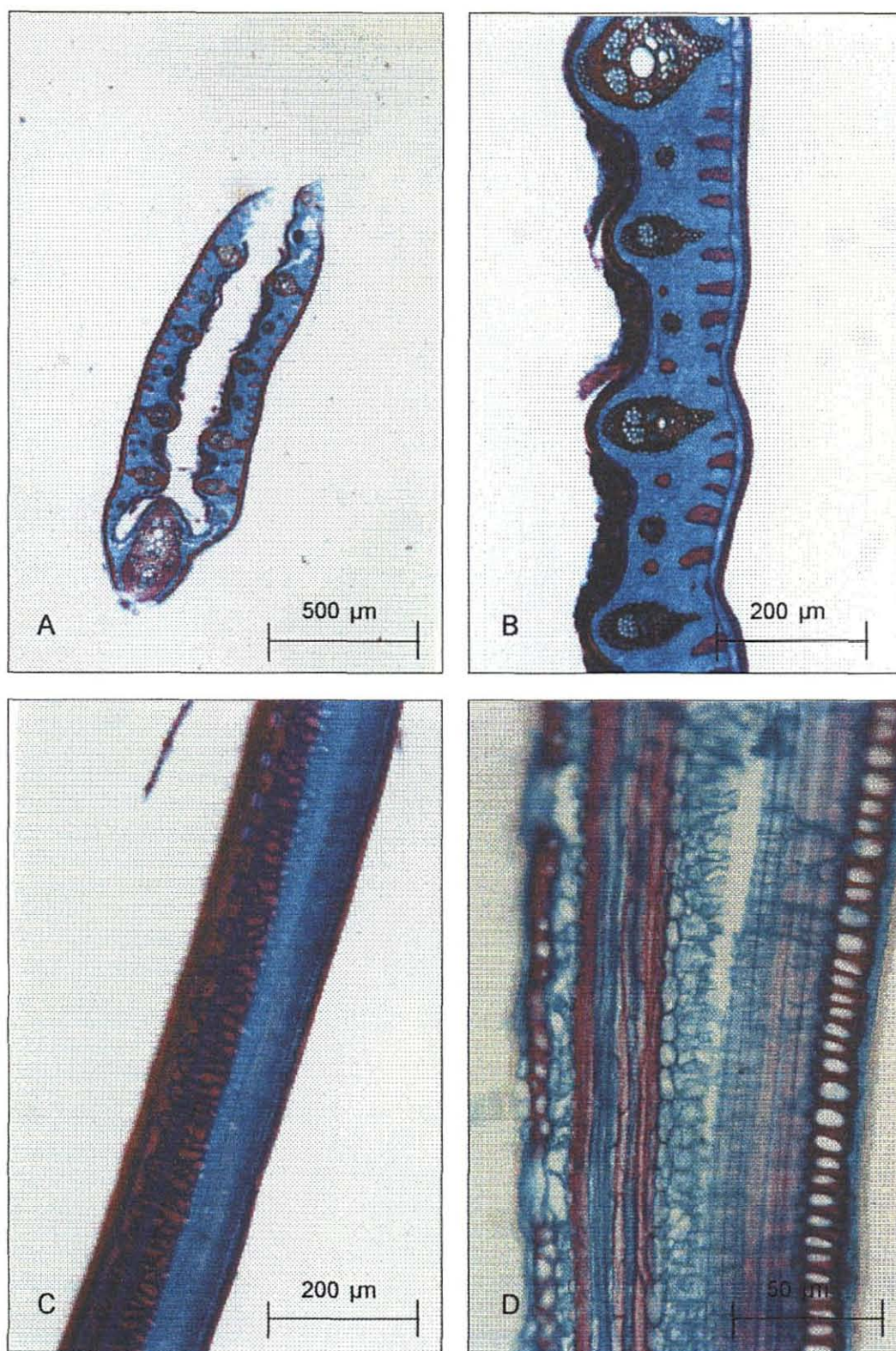
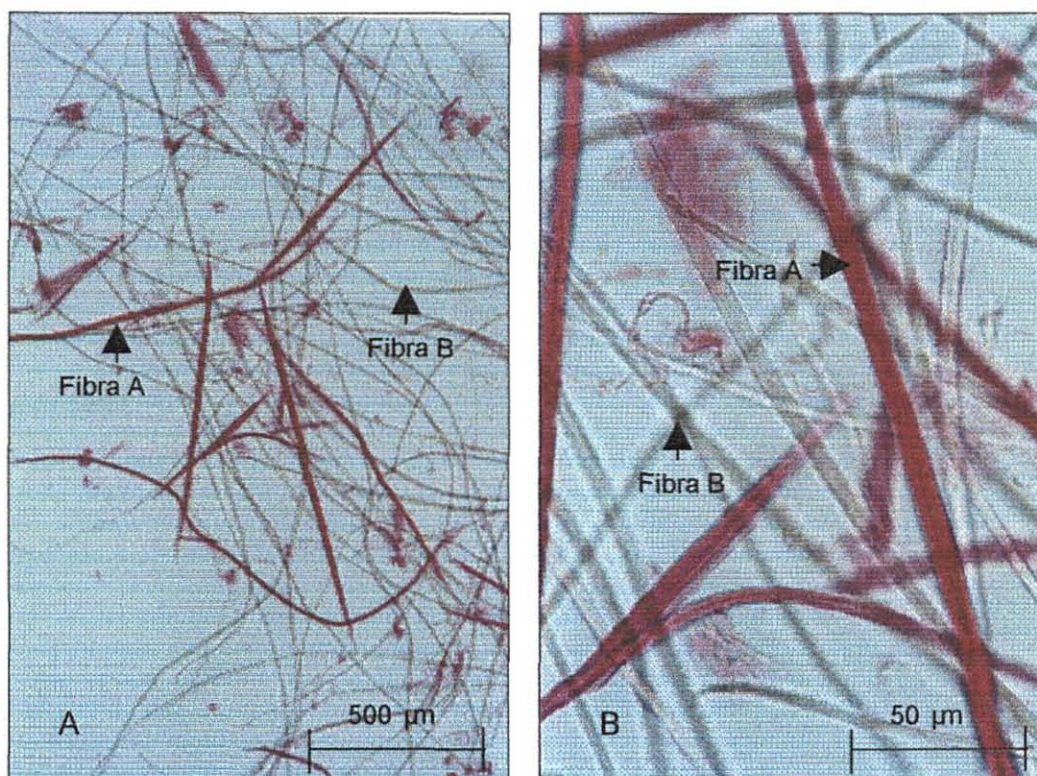


FIGURA 10 - FOTOMICROGRAFIAS DAS FIBRAS DE *Bactris inundata* Martius:
A. Arranjo de Fibras 4x; B. Detalhe da Fibra 40x



4.3. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Na TABELA 6 são apresentados os dados médios das composições químicas de *Mauritia vinifera* e de *Bactris inundata*.

Em termos de solubilidade em água fria, *Mauritia vinifera* (5,65%) e *Bactris inundata* (7,52%) apresentaram valores relativamente altos em relação aos valores das madeiras de *Pinus elliottii* (1,10%) e *Eucalyptus grandis* (2,44%) encontrados por CRONIS (1985) e MACHADO *et al.* (1987). Pela TABELA 7 pode-se observar que os valores encontrados para *M. vinifera* se assemelham aos da soqueira de Algodão (5,10-5,60%) encontrados por CRONIS (1985), e BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983). Por outro lado os valores de *B. inundata* se assemelham aos valores do Bagaço de cana (7,60%) e de Mamona (7,98%) encontrados por NEVES (1985) e AZZINI *et al.* (1984). Entretanto estes valores estão abaixo do valor encontrado para *Bambusa vulgaris* (8,43%) por GOMIDE (1986).

TABELA 5. - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DE ESPÉCIES PAPELEIRAS

continua

Espécie	Nome Científico	Densidade Básica (g/cm³)	Comprimento da Fibra (mm)	Espessura da Parede (µm)	Diâmetro do lúmen (µm)	Largura da Fibra (µm)	Índice de Enfiamento	Coefficiente de Flexibilidade (%)	Fração Parede (%)	Índice de Runkel	Fonte
Abacá	<i>Musa textilis</i>	-	3,15	3,50	13,00	20,00	157,50	65,00	35,00	0,54	REBOUÇAS e MARTINS (1985)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	-	4,00	14,89	7,94	37,72	106,04	21,05	78,95	3,75	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Algodão/Soqueira de	<i>Gossypium</i> sp.	-	0,82	4,43	9,29	18,17	45,13	51,13	48,78	0,95	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	<i>Gossypium</i> sp.	-	0,78	4,40	9,00	17,70	44,07	50,85	49,72	0,98	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	<i>Gossypium</i> sp.	-	0,78	5,00	8,10	17,10	44,44	47,37	58,48	1,23	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	<i>Gossypium</i> sp.	-	0,78	3,39	8,28	16,12	48,39	51,36	42,08	0,82	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de (caule)	<i>Gossypium</i> sp.	0,253-0,391	1,61	4,37	11,23	19,97	80,62	56,23	43,77	0,78	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de (lenho)	<i>Gossypium</i> sp.	-	0,94	4,16	11,18	19,50	48,21	57,33	42,67	0,74	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de (liber)	<i>Gossypium</i> sp.	-	2,36	4,67	5,56	14,90	158,39	37,32	62,68	1,68	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de (raiz)	<i>Gossypium</i> sp.	-	1,02	3,44	11,10	17,98	56,73	61,74	38,26	0,62	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de (ramos)	<i>Gossypium</i> sp.	-	1,65	4,45	8,44	17,34	95,16	48,67	51,33	1,05	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,420	5,15	6,44	34,22	47,11	109,32	72,64	27,34	0,38	FOELKEL (1975)
Arroz/Resíduo agrícola	<i>Oryza sativa</i>	-	1,10	3,66	4,29	12,00	91,67	35,75	64,33	1,80	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	<i>Oryza sativa</i>	-	1,14	3,66	5,84	13,00	87,69	43,38	56,31	1,30	CAHEN et al. (1984)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	0,97	5,51	6,67	17,90	54,19	37,26	61,56	1,65	CRONIS (1985)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	1,09	5,39	6,23	16,90	64,50	36,86	63,79	1,73	CRONIS (1985)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	1,30	4,90	11,60	21,30	61,03	54,46	46,01	0,84	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	0,55	6,60	54,90	68,10	8,08	80,62	19,38	0,24	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	1,13	4,60	10,40	19,60	57,65	53,08	46,94	0,88	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	0,50	6,00	53,90	65,60	7,60	81,91	18,24	0,22	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	1,11	5,00	10,00	20,10	55,22	49,75	49,75	1,00	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	0,49	6,10	56,20	68,30	7,17	82,28	17,89	0,22	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	1,24	4,70	10,30	19,70	62,94	52,28	47,72	0,91	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum</i> spp	-	0,53	6,00	52,80	65,00	8,15	81,38	18,46	0,23	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bambu	<i>Bambusa tuldoidea</i> Munro	0,646	1,97	6,14	2,71	14,99	131,42	18,08	81,92	4,53	AZZINI et al. (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	-	2,75	5,19	6,85	17,23	159,61	39,76	60,24	1,52	GOMIDE, COLODETE e OLIVEIRA (1982)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,561	3,07	6,63	4,34	17,60	174,43	24,66	75,34	3,08	AZZINI (1976)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	-	2,70	5,20	6,90	17,20	156,98	40,12	60,47	1,51	GOMIDE, COLODETE e CAMPOS (1982)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,740	3,43	5,84	3,73	15,41	222,58	24,21	75,79	3,13	AZZINI (1980)
Bambu (Acre)	-	0,640	2,24	4,34	7,88	16,56	135,27	47,58	52,42	1,10	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger	0,420	2,56	4,06	7,26	15,38	166,45	47,20	52,80	1,12	CORRÊA e FRAZÃO (1994)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,810	3,34	7,8	5,5	20,3	164,53	27,09	76,85	2,84	TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,670	2,79	7,2	4,6	18,9	147,62	24,34	76,19	3,13	TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,765	3,16	6,51	2,45	15,48	204,13	15,83	84,11	5,31	TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,506	3,29	5,87	4,13	15,87	207,31	26,02	73,98	2,84	TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	0,428	2,72	5,69	2,67	14,05	193,59	19,00	81,00	4,26	TOMAZELLO FILHO e AZZINI (1988)
Buriti (folhas)	<i>Mauritia vinifera</i> Martius	0,172	1,60	3,30	3,42	10,03	159,52	34,10	65,80	1,93	SANATIEL (2001)
Cana-de-açúcar/Palha de	<i>Saccharum</i> spp	-	1,24	4,33	4,15	12,80	74,00	32,00	214,00	2,15	AZZINI, ZIMBACK e GONDIM-TOMAZ (1996)
Casca de amendoim	-	-	0,57	5,00	5,00	16,00	31,60	31,20	55,50	1,20	AZZINI, GODOY e GERIN (1983)
Casca de amendoim	-	-	0,67	6,00	7,00	18,00	35,60	44,40	66,60	2,50	AZZINI, GODOY e GERIN (1983)

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DE ESPÉCIES PAPELEIRAS

continuação

Espécie	Nome Científico	Densidade Básica (g/cm³)	Comprimento da Fibra (mm)	Espessura da Parede (µm)	Diâmetro do Lume (µm)	Largura da Fibra (µm)	Índice de Enfiamento	Coefficiente de Flexibilidade (%)	Fração Parede (%)	Índice de Runkel	Fonte
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	0,286	-	-	-	-	-	-	-	-	AZZINI et al. (1993)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	4,43	5,00	19,00	29,00	152,76	65,52	34,48	0,53	STRAUBE (1973)
Crotalária (lenho)	<i>Crotalaria juncea</i> L.	0,255	0,71	5,14	8,78	20,13	28,50	41,40	47,50	0,90	AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981)
Crotalária (lenho)	<i>Crotalaria juncea</i> L.	0,255	0,83	6,22	11,42	26,56	40,00	52,50	58,80	1,40	AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981)
Crotalária (liber)	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	4,28	6,50	6,43	19,43	175,80	31,20	63,30	1,70	AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981)
Crotalária (liber)	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	5,76	8,64	9,35	25,64	276,50	36,70	68,70	2,20	AZZINI, SALGADO e TEIXEIRA (1981)
Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i>	-	0,900	3,69	10,95	18,36	49,02	69,64	40,20	0,67	CRONIS (1985)
Eucalipto	<i>Eucalyptus torelliana</i>	0,511	1,020	4,12	7,72	15,96	63,91	48,37	51,63	1,07	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	0,444	1,030	3,76	10,16	17,68	68,28	57,47	42,53	0,74	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus urophylla</i>	0,502	0,910	3,64	10,14	17,59	51,73	57,65	41,39	0,72	MARQUES, FOELKEL e OLIVEIRA (1979)
Eucalipto/10 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	0,721	0,938	6,16	4,81	16,94	55,37	27,21	72,73	2,87	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/13 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,610	0,945	5,22	8,00	18,44	51,25	43,38	56,62	1,31	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/13 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,738	0,943	5,74	4,41	15,89	69,35	27,75	72,25	2,60	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/5 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	-	0,918	4,77	5,44	14,98	61,28	36,32	63,68	1,75	BRASIL et al. (1972)
Eucalipto/8 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	0,680	0,871	6,02	4,68	16,72	52,09	27,87	72,01	2,58	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,637	0,915	5,37	4,75	15,50	69,03	30,65	69,29	2,25	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus maculata</i>	0,647	0,885	4,51	8,13	17,16	51,60	47,41	52,59	1,11	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	0,512	0,828	4,23	6,33	14,80	55,95	42,77	57,16	1,34	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/8 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,530	0,759	4,81	6,55	15,77	48,13	41,53	58,47	1,41	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Juta	<i>Corchorus capsularis</i> L.	0,258	-	-	-	-	-	-	-	-	AZZINI et al. (1993)
Juta (6 var.) (lenho)	<i>Corchorus</i> sp.	0,270	0,70	3,68	12,75	21,48	31,00	58,00	32,00	-	AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986)
Juta (6 var.) (lenho)	<i>Corchorus</i> sp.	0,335	0,82	4,71	15,81	23,74	37,00	68,00	42,00	-	AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986)
Juta (6 var.) (liber)	<i>Corchorus</i> sp.	-	1,99	4,90	4,17	14,37	127,00	29	68	-	AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986)
Juta (6 var.) (liber)	<i>Corchorus</i> sp.	-	2,10	5,84	5,06	16,52	144,00	33	71	-	AZZINI, BENATTI JUNIOR e ARRUDA (1986)
Linho/Palha	<i>Linum usitatissimum</i>	-	30,00	7,90	14,20	30,00	1000,00	47,33	52,67	1,11	REBOUÇAS e MARTINS (1985)
Malva	<i>Urena lobata</i> L.	0,402	1,12	5,00	7,00	17,30	64,74	40,46	57,80	1,43	AZZINI et al. (1993); CRONIS (1985)
Mamona (lenho)	<i>Ricinus communis</i> L.	0,288	0,87	3,42	13,09	19,93	43,00	65,00	35,00	0,53	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona (lenho)	<i>Ricinus communis</i> L.	0,156	0,95	4,08	18,23	25,81	35,00	63,00	33,00	0,50	AZZINI et al. (1981)
Mamona (lenho)	<i>Ricinus communis</i> L.	0,241	1,00	4,79	18,99	28,39	38,00	70,00	37,00	0,60	AZZINI et al. (1981)
Mamona (liber)	<i>Ricinus communis</i> L.	-	5,51	5,41	10,26	21,08	261,00	48,00	51,00	1,06	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona (liber)	<i>Ricinus communis</i> L.	-	6,42	6,85	11,11	24,81	242,00	45,00	46,00	0,80	AZZINI et al. (1981)
Mamona (liber)	<i>Ricinus communis</i> L.	-	7,40	7,09	16,63	30,57	259,00	54,00	55,00	1,20	AZZINI et al. (1981)
Mandloca (lenho)	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	0,272	0,77	3,53	15,76	22,82	30,21	68,11	30,13	0,43	AZZINI et al. (1986)
Mandloca (lenho)	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	0,354	0,84	4,43	17,81	26,14	38,73	69,89	33,89	0,51	AZZINI et al. (1986)
Mandloca (liber)	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	-	1,71	4,32	11,71	24,97	68,48	46,90	33,56	0,51	AZZINI et al. (1986)
Mandloca (liber)	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	-	2,61	6,83	17,14	27,28	95,67	68,18	53,10	1,13	AZZINI et al. (1986)
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	-	3,26	5,94	24,32	36,01	90,53	67,54	32,99	0,49	CRONIS (1985)
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	-	3,34	7,83	31,08	46,76	71,44	66,48	33,50	0,50	GOMIDE, COLODETE e OLIVEIRA (1982)
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	0,316	3,14	5,41	34,88	45,31	69,30	76,98	23,88	0,31	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus taeda</i>	0,347	2,78	4,96	34,28	43,81	63,46	78,25	22,64	0,29	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus caribaea</i>	0,393	3,61	5,1	43,6	63,8	67,10	81,04	18,96	0,23	FOELKEL (1975)
Pinus/12 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	0,412	3,63	7,82	32,45	47,86	75,85	67,80	32,68	0,48	FOELKEL et al. (1975)
Pinus/13 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	0,441	3,80	9,02	30,91	48,06	77,46	63,00	36,77	0,58	FOELKEL et al. (1975)
Pinus/6 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	0,362	2,96	5,71	31,34	42,77	69,21	73,28	26,70	0,36	FOELKEL et al. (1975)

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PROPRIEDADES DE ESPÉCIES PAPELEIRAS

conclusão

Espécie	Nome Científico	Densidade Básica (g/cm³)	Comprimento da Fibra (mm)	Espessura da Parede (µm)	Diâmetro do Jume (µm)	Largura da Fibra (µm)	Índice de Enfretamento	Coefficiente de Flexibilidade (%)	Fração Parede (%)	Índice de Runkel	Fonte
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	0,172	-	-	-	-	-	-	-	-	AZZINI et al. (1993)
Quenafa (lenho)	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	0,130	0,84	4,2	19,7	28,2	29,79	69,88	29,79	0,43	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa (liber)	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	-	2,92	5,95	7,75	19,65	148,60	38,44	60,58	1,54	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Rami	<i>Boehmeria nivea</i> Gaud.	0,138	-	-	-	-	-	-	-	-	AZZINI et al. (1993)
Rami	<i>Boehmeria nivea</i> Gaud.	-	0,55	5,78	10,78	22,92	-	-	-	-	SPOLADORE et al. (1984)
Rami	<i>Boehmeria nivea</i> Gaud.	-	0,58	6,07	12,92	24,48	-	-	-	-	SPOLADORE et al. (1984)
Sisal	<i>Agave sisalana</i> Perr.	0,203	2,63	5,78	5,99	17,55	-	-	-	-	AZZINI et al. (1989)
Sisal	<i>Agave sisalana</i> Perr.	-	2,94	5,92	7,1	18,94	155,00	37,00	63,00	1,67	AZZINI e CIARAMELLO (1977)
Sisal	<i>Agave sisalana</i> f. <i>marginata</i>	-	2,81	5,18	5,31	15,87	179,00	34,00	66,00	1,95	AZZINI e CIARAMELLO (1977)
Sisal	<i>Agave fourcroydes</i>	-	2,55	5,45	8,65	19,55	131,00	44,00	56,00	1,28	AZZINI e CIARAMELLO (1977)
Sisal	<i>Agave amariensis</i>	-	2,14	4,83	5,93	15,59	137,00	38,00	62,00	1,63	AZZINI e CIARAMELLO (1977)
Sisal	<i>Agave</i> sp.	-	2,90	6,00	11,00	23,00	126,09	47,83	52,17	1,09	REBOUÇAS e MARTINS (1985)
Sisal híbrido balxeiro	<i>Agave</i> sp.	-	2,31	5,68	7,21	18,25	126,58	39,51	62,25	1,58	CRONIS (1985)
Soja/Resíduo agrícola	-	-	1,87	4,27	9,38	17,90	104,47	52,40	47,71	0,91	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-	-	2,25	4,57	9,86	19,00	118,42	51,89	48,11	0,93	CAHEN et al. (1984)
Sorgo	<i>Sorghum</i> sp	0,204	1,51	3,76	2,26	10,64	93,67	19,58	49,74	1,22	AZZINI, SALGADO e MENTEN (1983)
Sorgo	<i>Sorghum</i> sp	0,358	2,34	6,23	5,67	17,11	182,76	44,97	89,93	4,11	AZZINI, SALGADO e MENTEN (1983)
Trigo/Resíduo agrícola	-	-	1,58	4,28	7,85	16,40	96,34	47,87	52,20	1,09	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-	-	1,73	4,28	7,63	16,20	106,79	47,10	52,84	1,12	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-	-	1,47	4,06	6,99	15,10	97,35	46,29	53,77	1,16	CAHEN et al. (1984)
Tucum/Fibra A (folha)	<i>Bactris inundata</i> Martius	0,342	0,69	3,97	2,63	10,56	65,34	24,91	75,19	3,02	SANATIEL (2001)
Tucum/Fibra B (folha)	<i>Bactris inundata</i> Martius	0,342	2,33	2,91	1,81	7,66	304,18	23,63	75,98	3,22	SANATIEL (2001)

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ESPÉCIES *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* Martius

COMPONENTES (% Média)	ESPÉCIES		NORMA
	<i>Mauritia vinifera</i>	<i>Bactris inundata</i>	
<i>Solubilidade em água fria</i>	5,65	7,52	TAPPI T207 om-93
<i>Solubilidade em água quente</i>	7,8	9,02	TAPPI T207 om-93
<i>Solubilidade em etanol-benzeno</i>	8,28	4,89	TAPPI T204 cm-97
<i>Solubilidade em NaOH 1%</i>	23,51	25,81	TAPPI T212 om-98
<i>Teor de Lignina</i>	16,94	20,99	TAPPI T222 om-88
<i>Teor de Celulose Cross & Bevan</i>	69,41	65,48	NBR 7992:1984/TAPPI T257 om-85
<i>Teor de Pentosanas⁽¹⁾</i>	16,1	7,6	NBR 14080:1998/TAPPI T257 om-85
<i>Teor de Cinzas</i>	2,15	3,02	TAPPI T211 om-93
<i>Teor de extrativos totais</i>	13,47	11,78	TAPPI T264 om-88

(1) Em duplicatas e o restante em triplicatas.

A percentagem média da solubilidade em água quente de *Mauritia vinifera* (7,80%) e *Bactris inundata* (9,02%) apresentaram também valores relativamente altos em relação aos valores das madeiras de *Pinus elliottii* (1,00-3,80%) e *Eucalyptus grandis* (3,00%) encontrados por CRONIS (1985), AZZINI (1980) e MACHADO *et al.* (1987). Pela TABELA 7 pode-se observar que estes valores estão próximos aos valores encontrados por CRONIS (1985) e BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983) para a Soqueira de Algodão (7,90-10,10%). Novamente estes valores ainda se encontram bem longe dos valores encontrados para *Bambusa vulgaris* (14,36-15,00%) por GOMIDE (1986) e AZZINI (1976).

A solubilidade em álcool-benzeno de *Bactris inundata* (4,89%) e da *Mauritia vinifera* (8,28%) não se afastam muito dos valores encontrados para *Pinus elliottii* (6,70%) e *Eucalyptus saligna* (6,70%) encontrados por CRONIS (1985) e AZZINI (1980).

Quanto a solubilidade em soda a 1%, *Mauritia vinifera* (23,51%) e *Bactris inundata* (25,81%) apresentaram também valores relativamente altos em relação aos valores das madeiras de *Pinus elliottii* (14,80-16,90%) e *Eucalyptus grandis* (12,00%) encontrados por CRONIS (1985), AZZINI (1980) e MACHADO *et al.* (1987). Mesmo assim, estes valores, ainda se encontram bem abaixo dos valores encontrados para *Bambusa vulgaris* (33,40-35,52%) por AZZINI (1976) e GOMIDE (1986).

Analisando-se os dados contidos na TABELA 7 verifica-se que, relativamente, os valores de solubilidade de *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* são altos em relação aos valores das madeiras de folhosas e coníferas, o que sugere um valor mais baixo no rendimento em celulose na deslignificação *kraft* destes materiais.

Em relação ao teor de celulose, *Mauritia vinifera* (69,41%) e *Bactris inundata* (65,48%) apresentaram valores relativamente superiores em relação aos das madeiras de coníferas, como *Pinus elliottii* (55,50%), *Araucaria angustifolia* (58,30%) e das folhosas, como *Eucalyptus saligna* (55,50%). Estes valores, de acordo com a literatura pesquisada, são superiores a quase todas as espécies não arbóreas, como, por exemplo, o Bambu (49,20%), ficando atrás somente do Sisal (71,20%) e do Bagaço de cana (77,00%), materiais já extensivamente utilizados na produção de polpa celulósica (TABELA 7). Estes altos teores de celulose poderão se constituir indicadores do potencial destes materiais para a produção de polpa celulósica e de papel com boas características de resistências físico-mecânicas (GOMIDE, 1986).

Quanto ao teor de lignina, *Mauritia vinifera* (16,94%) e *Bactris inundata* (20,99%) apresentaram valores relativamente baixos em relação aos das madeiras de coníferas encontradas na literatura, como *Pinus elliottii* (25,50-26,60%), *Araucaria angustifolia* (28,50%) e das folhosas, como *Eucalyptus grandis* (23,03%) e *Eucalyptus saligna* (25,50%). Particularmente, *Mauritia vinifera* tem um teor de lignina muito baixo semelhante aos teores encontrados em *Bambusa vulgaris* (14,50-17,90%) por AZZINI (1976) e GOMIDE (1986). Estes valores sugerem que a deslignificação destes materiais pode ser obtida com baixo consumo de álcali durante o processo *kraft*, e tempos mais curtos de processamento.

Os teores de pentosanas de *Mauritia vinifera* (16,10%) e de *Bactris inundata* (7,60%) apresentam valores numéricos relativamente distantes direcionando cada espécie para um grupo específico de materiais. *Mauritia vinifera*, de acordo com a TABELA 7, está mais perto do grupo não arbóreo do bambu (14,69-18,00%), da Soqueira de Algodão (16,40%) e do resíduo agrícola de Soja (16,70%). Das madeiras está junto aos valores encontrados por CRONIS (1985) para *Pinus elliottii*

(16,40%) e *Eucalyptus saligna* (16,40%). Para produção de pasta celulósica, o alto teor de pentosanas, pode indicar retenção ou pouca perda de hemiceluloses, durante o processo de polpação. A hemicelulose, como agente de entumescimento e plasticidade, tem grande influência nas operações de refino. Este fato, de acordo com GOMIDE (1986) e CORRÊA (1986), poderá facilitar o refino da polpa e o aumento das propriedades físico-mecânicas do papel. De acordo com a NBR 14080:1998, o teor de pentosanas de *Bactris inundata* se encontra inserido nos teores de coníferas (7-10%), enquanto para a *Mauritia vinifera* se aproxima pelo valor inferior dos teores de folhosas (19-25%).

Mauritia vinifera, portanto, se apresenta como um material com altos teores de celulose, baixo teor de lignina e alto teor de pentosanas, podendo gerar, com estes valores, alto índice de rendimento na produção de polpa *kraft*. *Bactris inundata*, apesar de apresentar valor bem diferenciado para o seu teor de pentosanas, também poderá apresentar bons índices de rendimento em função do seu alto teor de celulose.

Os teores de cinzas tanto de *Mauritia vinifera* (2,15%) e como de *Bactris inundata* (3,02%) estão dentro dos valores encontrados para o Bambu (1,80-3,30%) por AZZINI (1976), CORRÊA e FRAZÃO (1994). Estes valores se apresentam altos em relação às coníferas e folhosas, cujos valores estão, geralmente, de acordo com a literatura citada, em torno ou abaixo de 0,3% (TABELA 7). Estes valores altos de cinzas, como no bambu, se devem, provavelmente, à presença de sílica nas folhas das espécies em estudo. BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976) já observaram que estes valores são sempre altos, e uma característica geral, nas monocotiledôneas, chegando a 19% na casca de arroz (GERBER; SACON, 1992). Todos os autores da bibliografia especializada consultada são unânimes em dizer que a presença de grandes quantidades de sílica constitui a principal dificuldade na utilização industrial dessas matérias-primas (DANILAS; CERAGIOLI, 1982; GOMIDE, 1986). Entretanto muito esforço tem sido despendido nas indústrias indianas, que utilizam o bambu como matéria-prima, com o objetivo de diminuir os efeitos da presença da sílica no processo industrial de celulose (SADAWARTE; PRASAD, 1978).

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ESPÉCIES PAPELEIRAS

continua

Espécie	Nome Científico	Solubilidade Água Fria (%)	Solubilidade Água Quente (%)	Solubilidade Álcool-benzeno (%)	Solubilidade Soda a 1% (%)	Celulose (Cross Bevan) (%)	Lignina (%)	Pentosanas (%)	Cinzas (%)	Silica e Silicatos (%)	Fonte
Açaí (com parênquima)	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	12,18	13,83	4,17	29,57	48,63	32,72	19,16	-	-	COSTA et al. (1974)
Açaí (sem parênquima)	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	0,66	2,70	1,94	18,65	62,09	16,05	19,25	-	-	COSTA et al. (1974)
Algodão/Soqueira de	-	5,60	11,10	4,00	34,30	50,70	26,50	16,60	3,40	-	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	-	5,10	8,20	2,90	25,80	52,80	28,50	15,10	8,20	-	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	-	7,40	7,80	2,20	30,80	54,20	25,60	15,80	5,10	-	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	-	8,50	11,50	3,20	27,60	55,40	22,50	18,50	2,70	-	CRONIS (1985)
Algodão/Soqueira de	-	5,30	8,30	2,20	28,70	51,60	24,60	16,50	4,30	-	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de	-	5,50	10,10	3,50	32,80	54,00	23,80	15,60	6,40	-	BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	-	2,60	0,90	10,60	58,30	28,50	6,10	0,30	-	AZZINI (1980)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	1,40	2,00	2,20	7,30	53,40	29,30	7,20	0,30	-	FOELKEL (1976)
Arroz/Casca de	<i>Oryza sativa</i>	-	7,30	-	-	35,56	13,27	15,30	19,00	19,37	GERBER e SAGON (1992)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	-	15,70	-	-	34,59	6,21	18,20	15,90	13,39	GERBER e SAGON (1992)
Arroz/Resíduo agrícola	-	13,00	14,50	4,70	49,40	55,30	19,40	23,50	12,60	10,20	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	2,10	4,40	2,50	40,40	77,00	18,90	13,00	6,40	5,30	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	13,80	15,90	4,70	46,30	55,30	16,90	24,50	10,00	6,70	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	3,50	6,00	2,40	40,70	74,90	19,30	12,90	6,90	5,70	CAHEN et al. (1984)
Bagaço de cana	-	3,50	5,60	2,90	31,30	58,20	20,30	26,00	1,50	-	CRONIS (1985)
Bagaço de cana	-	0,20	1,90	1,00	28,10	63,20	21,50	26,50	0,90	-	CRONIS (1985)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	3,80	2,00	-	20,30	26,70	1,60	0,60	-	NEVES (1985)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	7,60	8,20	4,40	36,00	62,10	18,20	26,80	1,50	0,70	NEVES (1985)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	2,20	23,2	63,10	18,10	32,00	0,40	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	2,60	25	64,50	22,40	36,50	0,60	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	3,00	-	33,50	46,50	-	28,90	-	-	GARCIA et alii (1993)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	2,70	27,2	55,40	16,80	30,80	0,60	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	3,50	28	61,40	18,70	35,00	1,00	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	3,10	26,1	49,00	20,10	31,50	1,80	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagaço de cana	<i>Saccharum spp</i>	-	-	3,60	29,6	53,60	22,30	36,30	3,00	-	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>	8,43	14,36	-	35,52	-	17,90	14,69	1,05	0,70	GOMIDE (1988)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>	-	15,00	5,20	33,40	49,20	14,50	22,30	1,80	-	AZZINI (1976)
Bambu (Acre)	-	2,80	3,50	2,00	21,50	44,60	27,00	18,00	3,00	-	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger	-	3,20	6,20	27,00	57,80	20,40	21,10	3,30	-	CORRÊA & FRAZÃO (1994)
Buriti	<i>Mauritia vinifera</i>	5,65	7,80	8,28	23,51	69,41	16,94	16,10	2,15	-	SANATIEL (2001)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	12,00	12,25	2,35	27,54	58,51	12,79	9,91	3,38	-	STRAUBE (1973)
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	2,44	3,00	-	12,00	-	23,03	11,76	0,23	-	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i>	-	2,97	2,64	13,87	-	18,67	20,00	0,27	-	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i>	1,80	3,80	6,70	16,90	55,50	26,60	7,10	0,30	-	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i>	-	1,60	1,40	14,80	54,60	25,50	16,40	0,30	-	CRONIS (1985)
Eucalipto	<i>Eucalyptus torelliana</i>	4,00	4,80	-	18,00	-	21,42	14,55	1,10	-	AZZINI (1980)
Eucalipto/10 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	-	5,62	1,32	16,11	58,44	26,48	19,62	0,64	-	MACHADO et al. (1987)
Eucalipto/13 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	-	7,42	1,67	20,77	57,36	21,60	16,85	0,22	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/13 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	-	4,48	2,68	19,32	56,72	17,75	18,12	0,34	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/6 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	-	3,43	0,95	15,43	62,98	17,76	24,95	0,38	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	-	4,09	2,86	16,89	61,45	15,30	23,63	0,21	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus maculata</i>	-	4,57	2,07	19,92	58,82	17,53	24,73	0,48	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/7 anos	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	-	5,05	0,56	17,23	60,22	22,82	19,25	0,30	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalipto/8 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	-	4,71	1,57	17,76	61,52	18,66	18,75	0,30	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Malva	-	0,90	1,20	1,80	18,00	63,90	19,00	22,10	0,50	-	CRONIS (1985)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	7,98	13,25	4,27	33,73	43,44	-	-	-	-	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ESPÉCIES PAPELEIRAS

conclusão

Espécie	Nome Científico	Solubilidade Água Fria (%)	Solubilidade Água Quente (%)	Solubilidade Álcool-benzeno (%)	Solubilidade Soda a 1% (%)	Celulose (Cross Bevan) (%)	Lignina (%)	Pentosanas (%)	Cinzas (%)	Silica e Silicatos (%)	Fonte
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	-	3,80	6,70	16,90	55,50	26,60	7,10	0,30	-	AZZINI (1980)
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	1,10	1,00	1,40	14,80	54,60	25,50	16,40	0,30	-	CRONIS (1985)
Pinus	<i>Pinus elliotii</i>	1,50	2,30	2,90	7,10	49,10	29,80	9,20	0,30	-	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus taeda</i>	1,80	2,70	2,10	8,00	48,80	28,80	10,40	0,40	-	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus caribaea</i>	1,30	2,90	1,70	11,00	46,30	30,80	8,90	0,30	-	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus oocarpa</i>	-	-	-	-	-	29,00	9,00	-	-	FOELKEL e BARRICHELO (1975b)
Sisal híbrido balxelo	-	0,10	1,50	1,40	13,60	71,20	8,10	19,80	0,80	-	CRONIS (1985)
Soja/Resíduo agrícola	-	13,50	13,80	3,80	31,40	50,40	20,60	17,50	4,40	-	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-	8,80	9,00	3,30	23,50	55,90	21,30	16,70	3,00	-	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Palha	-	12,50	-	-	-	33,30	15,50	24,60	7,80	-	DANILAS e CERAGIOLI (1982)
Trigo/Resíduo agrícola	-	9,20	10,60	2,40	38,50	54,40	20,00	10,80	6,20	3,60	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-	10,50	12,00	3,50	40,40	66,40	19,70	11,20	6,80	3,00	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-	11,80	13,20	3,30	41,50	61,80	19,10	11,60	7,70	3,50	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-	4,60	6,50	2,70	36,40	61,60	21,80	25,50	2,00	1,30	CAHEN et al. (1984)
Tucum	<i>Bactris inudata</i>	7,52	9,02	4,89	25,81	65,48	20,99	7,60	3,02	-	SANATIEL (2001)

4.4. PRODUÇÃO DE CELULOSE

4.4.1. Condições de Cozimento

Dentro das condições previstas para as variáveis de cozimento (QUADRO 4) observou-se que a pressão de cozimento na temperatura máxima variou em função da espécie, do tempo até a temperatura e da temperatura máxima prevista. Variando de 6,0 a 8,5 kgf/cm² para *Mauritia vinifera* e de 6,5 a 8,5 kgf/cm² para *Bactris inundata*. Estes valores se encontram dentro dos limites normalmente utilizados na prática industrial (BARRICHELO e BRITO, 1976).

4.4.2. Rendimentos em Celulose

Os valores dos rendimentos brutos em celulose dos diferentes cozimentos de *Mauritia vinifera* se encontram enumerados na TABELA 8. O rendimento variou de um mínimo (cozimento 6) de 44,54% (para nº *Kappa* de 13,90), para um máximo (cozimento 11) de 66,46% (para nº *Kappa* de 28,54) e um valor médio para os 17 cozimentos de 54,32%. O nº *Kappa* para estes cozimentos variou de um valor mínimo de 13,48 (para rendimento de 49,35%) a um máximo de 29,60 (para rendimento de 55,20%), tendo um valor médio para todos os cozimentos de 20,93. Estes valores estão dentro daqueles praticados na indústria para a produção de pastas branqueáveis de coníferas (números *Kappa* entre 26 e 33) (IPT, 1988a).

Os valores dos rendimentos em celulose dos diferentes cozimentos de *Bactris inundata* se encontram também enumerados na TABELA 8. O rendimento variou de um mínimo (cozimento 8) de 45,97% (para nº *Kappa* de 33,37), para um máximo (cozimento 11) de 60,34% (para nº *Kappa* de 33,37) e um valor médio para os 17 cozimentos de 53,13%. O nº *Kappa* para estes cozimentos variou de um valor mínimo de 27,24 (para rendimento de 46,30%) a um máximo de 39,99 (para rendimento de 50,21%), tendo um valor médio para todos os cozimentos de 32,99.

Os valores dos rendimentos mínimos tanto de *Mauritia vinifera* como de *Bactris inundata* se apresentaram superiores à maioria dos valores encontrados, na

bibliografia consultada, das espécies não arbóreas. AZZINI (1976) encontrou para *Bambusa vulgaris* um rendimento de 44,54% (para um nº *Kappa* de 69,01), enquanto GOMIDE, COLODETTE e CAMPOS (1992) encontraram um valor de 39,40% (para um nº *Kappa* de 29,10), ambos utilizando processo *Kraft* CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b) obtiveram um rendimento de 45,90 % (para um nº *kappa* de 21,30) para *Gaudua weberbaueri*, um tipo de Bambu nativo do Acre, também utilizando processo *Kraft*. Próximos estão os valores de rendimentos encontrados para o Bagaço de cana (46,06-47,92%) por CIARAMELLO e AZZINI (1971a) e MEDEIROS e ROSSI (1985) utilizando processo soda (TABELA 9).

Os valores superiores dos rendimentos tanto de *Mauritia vinifera* como de *Bactris inundata* se apresentaram excepcionais para a maioria dos valores encontrados, na bibliografia consultada, das espécies não arbóreas. Neste intervalo encontram-se somente a *Euterpe oleracea* (rendimento de 61,50-63,4%, para números de *kappa* 24,34-23,41), pesquisada por MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975), utilizando processo *Kraft*.

Para cinco espécies de *Eucalyptus*, FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975), utilizando processo sulfato, encontraram rendimentos que variaram de 44,10 a 49,60%. FOELKEL e SANI (1976) relacionaram dez espécies de *Eucalyptus* e encontraram valores de rendimento que variaram de 40,70% (*E. saligna*) a 52,8% (*E. dunni*) para polpas obtidas em laboratório pelo processo *Kraft*.

SILVA JUNIOR *et al.* (1994) encontraram para *Pinus patula* var. *numanii* um rendimento depurado de 52,10% para um número *kappa* 68,00 utilizando o processo *kraft*. FOELKEL (1975) obtendo celulose *kraft* de *Pinus* spp. encontrou rendimentos que variaram de 44,00 a 51,10% para celulose do tipo branqueável e rendimentos que variaram de 47,2 a 52,60% para celulose do tipo não-branqueável (TABELA 9).

Os valores encontrados na literatura pesquisada tanto para coníferas como para folhosas se encontram abaixo dos valores de referência encontrados neste

trabalho para os rendimentos de *Mauritia vinifera* e de *Bactris inundata* quando consideramos seus valores médios e superiores.

TABELA 8 - RENDIMENTOS EM CELULOSE DE *Mauritia vinifera* Martius E DE *Bactris inundata* Martius NAS DIFERENTES CONDIÇÕES DE COZIMENTO

TRATAMENTOS	CONDIÇÕES DE COZIMENTO			<i>Mauritia vinifera</i>		<i>Bactris inundata</i>	
	Álcali Ativo (%)	Temperatura Máxima (°C)	Tempo na Temperatura Máxima (Minutos)	Rendimento (%)	Nº Kappa	Rendimento (%)	Nº Kappa
1	9,00	160	20	59,81	27,56	56,99	30,85
2	11,00	160	20	50,78	18,16	50,15	31,01
3	9,00	170	20	58,58	25,31	57,26	31,68
4	11,00	170	20	49,35	13,48	48,65	34,22
5	9,00	160	40	58,01	24,12	58,37	34,30
6	11,00	160	40	44,54	13,90	53,40	34,39
7	9,00	170	40	57,10	25,79	55,35	33,79
8	11,00	170	40	47,49	13,90	45,97	33,37
9	10,00	165	30	58,75	16,96	56,43	33,31
10	10,00	165	30	57,41	16,31	54,40	33,37
11	8,32	165	30	66,46	28,54	60,34	33,37
12	11,68	165	30	52,07	14,98	46,30	27,24
13	10,00	157	30	55,20	29,60	53,40	30,26
14	10,00	174	30	49,18	14,12	50,01	34,64
15	10,00	165	13	54,71	24,60	52,06	30,76
16	10,00	165	47	53,19	24,99	50,21	39,99
17	10,00	165	30	50,91	23,63	53,97	34,39
MÉDIA				54,32	20,93	53,13	32,99
DESVIO PADRÃO				5,42	5,85	4,15	2,68
MAIOR VALOR				66,46	29,60	60,34	39,99
MENOR VALOR				44,54	13,48	45,97	27,24

4.4.3. Tempo de Refino

As diversas celuloses obtidas nos 17 cozimentos tanto de *Mauritia vinifera* como de *Bactris inundata* se mostraram relativamente uniformes em relação ao tempo de refino no moinho *Jokro* para atingir os Índices de drenabilidade ou graus de refino (dado em grau *Shopper Riegler* ou °SR) respectivos (TABELAS 10 a 13).

As polpas de *Bactris inundata* apresentaram Índices de drenabilidade (grau *Shopper Riegler*) médios entre 25 e 55 °SR para tempo de refino de 10 a 40 minutos, necessitando desta forma, pouco tempo de refinação.

TABELA 9 - CONDIÇÕES DE COZIMENTO E RENDIMENTO EM CELULOSE DE ESPÉCIES PAPELEIRAS CLASSIFICADAS COMO NÃO MADEIRAS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS continua

Espécie	Nome Científico	Processo	Alcali Ativo (%Na ⁺ O)	Sulfidez (%)	(Na ₂ SO ₃)	Relação Licor/madeira	Temperatura Máxima (°C)	Tempo até Temp. Max. (minutos)	Tempo na Temp. Max. (minutos)	Rendimento Depurado (%)	Número Kappa	Fonte
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	18,00	-	-	4,0:1	170	-	60	40,00	⁽¹⁾ 11,85	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	20,00	-	-	-	-	90	150	55,37	-	COSTA et al. (1974)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Kraft	20,00	20	-	-	-	90	180	21,10	-	COSTA et al. (1974)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	18,00	-	-	4,0:1	170	-	120	43,91	⁽¹⁾ 11,10	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Kraft	11,00	25	-	4,5:1	170	-	30	57,47	⁽¹⁾ 18,58	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Kraft	9,00	25	-	4,5:1	170	-	60	61,48	⁽¹⁾ 24,34	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Kraft	8,00	25	-	4,5:1	170	-	90	63,35	⁽¹⁾ 23,41	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	17,00	-	-	4,5:1	170	-	5	57,13	⁽¹⁾ 12,35	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	15,00	-	-	4,5:1	170	-	5	60,1	⁽¹⁾ 16,32	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	17,00	-	-	4,5:1	170	-	60	58,73	⁽¹⁾ 13,16	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Soda	15,00	-	-	4,5:1	170	-	60	61,68	⁽¹⁾ 16,54	MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
Algodão/Soqueira de	-	-	24,00	20,60	-	12,0:1	170	105	60	32,70 ^(*)	17,40	BUGAJER, SALGADO E AZZINI (1983)
Algodão/Soqueira de	-	-	24,00	20,60	-	12,0:1	170	105	60	35,30	20,20	BUGAJER, SALGADO E AZZINI (1983)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	Kraft	19,00	25	-	4,0:1	165	90	90	52,10	28,0 ^(*)	FOELKEL (1976)
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	Kraft	20,00	25	-	4,0:1	170	120	90	50,80	16,8 ^(*)	FOELKEL (1976)
Arroz/Casca de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	8,00	-	-	6,0:1	170	-	60	63,90	60,80	GERBER e SACON (1992)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	5,00	-	-	6,0:1	100	-	100	55,70	29,90	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	5,00	-	-	6,0:1	100	-	100	64,30	36,60	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	5,00	-	-	6,0:1	100	-	100	66,50	44,20	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	4,00	-	-	6,0:1	100	-	100	70,20	44,20	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Soda	5,00	-	-	6,0:1	100	-	100	66,50	46,80	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Cal semiquímico	-	-	-	8,0:1	100	-	100	79,20	68,80	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Cal semiquímico	-	-	-	8,0:1	100	-	100	78,20	56,70	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Cal semiquímico	-	-	-	8,0:1	100	-	100	72,20	43,90	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Palha de	<i>Oryza sativa</i>	Cal semiquímico	-	-	-	8,0:1	100	-	100	58,30	35,50	GERBER e SACON (1994)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	16,00	-	-	6,0:1	160	85	15	51,50	13,00	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	15,00	-	-	6,0:1	160	85	15	54,40	14,10	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	15,00	-	-	6,0:1	150	80	15	54,30	16,90	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	15,00	-	-	6,0:1	170	85	15	48,00	13,10	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	16,00	-	-	6,0:1	165	75	15	44,80	16,20	CAHEN et al. (1984)
Arroz/Resíduo agrícola	-	-	15,00	-	-	6,0:1	150	80	15	49,00	12,90	CAHEN et al. (1984)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	10,00	-	-	5,0:1	165	120	30	58,10	34,60	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	5,0:1	165	120	30	58,50	17,00	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	10,00	-	-	5,0:1	165	120	30	57,00	38,00	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	5,0:1	165	120	30	55,60	17,80	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	10,00	-	-	5,0:1	165	120	30	56,80	29,80	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	5,0:1	165	120	30	53,10	20,70	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	10,00	-	-	5,0:1	165	120	30	58,80	27,80	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	5,0:1	165	120	30	56,10	13,00	BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	14,00	-	-	7,0:1	165	75	30	50,45	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	7,0:1	165	75	15	48,92	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	14,00	-	-	7,0:1	165	75	30	47,02	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	7,0:1	165	75	30	51,64	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	14,00	-	-	7,0:1	165	75	15	46,08	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	7,0:1	165	75	15	46,47	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	12,00	-	-	7,0:1	165	75	30	47,92	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)
Bagago de cana	<i>Saccharum spp</i>	Soda	14,00	-	-	7,0:1	165	75	15	48,05	-	MEDEIROS e ROSSI (1985)

TABELA 9 - CONDIÇÕES DE COZIMENTO E RENDIMENTO EM CELULOSE DE ESPÉCIES PAPELEIRAS CLASSIFICADAS COMO NÃO MADEIRAS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS continuação

Espécie	Nome Científico	Processo	Alcali Ativo (%Na ⁺ O)	Sulfidez (%)	(Na ₂ SO ₃)	Relação Licor/madeira	Temperatura Máxima (°C)	Tempo até Temp. Max. (minutos)	Tempo na Temp. Max. (minutos)	Rendimento Depurado (%)	Número Kappa	Fonte
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>	Kraft	13,00	25	-	4,8:1	170	100	50	38,50	23,40	GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1982)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>	Kraft	15,00	25	-	4,0:1	165	90	60	29,98-42,58	9,80-103,00	AZZINI (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Kraft	14,50	25	-	4,8:1	165	100	50	39,40	29,10	GOMIDE, COLODETTE e OLIVEIRA (1982)
Bambu (Acre)	-	Kraft	18,00	1,8	-	3,3:1	170	120	90	39,50	⁽¹⁾ 22,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	-	Kraft	22,00	2,2	-	3,3:1	170	120	90	38,10	⁽¹⁾ 18,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	-	Kraft	26,00	2,6	-	3,3:1	170	120	90	37,30	⁽¹⁾ 11,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	-	Kraft	18,00	1,8	-	3,3:1	155	102	180	44,50	⁽¹⁾ 27,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	-	Kraft	22,00	2,2	-	3,3:1	155	102	180	41,40	⁽¹⁾ 16,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	-	Kraft	26,00	2,6	-	3,3:1	155	102	180	40,50	⁽¹⁾ 13,00	CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
Bambu (Acre)	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger	Kraft	13,00	-	-	4,0:1	170	90	60	45,90	21,30	CORRÊA e FRAZÃO (1994)
Bambu (Acre)	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger	Kraft	7,00	-	-	4,0:1	170	120	45	67,50	⁽¹⁾ 45,20	CORRÊA e FRAZÃO (1994)
Bambu (Acre)	<i>Guadua weberbaueri</i> Pilger	NSSC	-	-	17,50	4,5:1	170	90	240	68,40	⁽¹⁾ 55,90	CORRÊA e FRAZÃO (1994)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Monossulfito	-	-	7,00	4,0:1	165	60	60	38,83	87,78	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Monossulfito	-	-	9,00	4,0:1	165	60	60	35,50	74,02	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Monossulfito	-	-	11,00	4,0:1	165	60	60	38,35	80,32	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Monossulfito	-	-	13,00	4,0:1	165	60	60	38,03	78,70	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Monossulfito	-	-	15,00	4,0:1	165	60	60	41,55	85,77	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Kraft	15,00	25	-	4,0:1	165	60	60	42,44	69,01	AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
Buriti (Min)	<i>Mauritia vinifera</i>	Kraft	11,00	20,00	-	6,0:1	160	85	40	44,54	13,90	SANATIEL (2001)
Buriti (Max)	<i>Mauritia vinifera</i>	Kraft	8,32	20,00	-	6,0:1	165	90	30	66,46	28,54	SANATIEL (2001)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	120	53,00	26,80	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	150	75	60	54,00	30,80	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	170	75	60	52,50	31,10	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	45	52,30	28,90	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	120	52,00	27,00	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	10,00	-	-	4,0:1	130	75	120	50,00	26,80	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	15	61,60	29,30	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	30	53,60	28,80	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	30	58,90	28,70	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	30	57,20	28,70	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	100	75	60	54,20	28,80	STRAUBE (1973)
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	-	8,00	-	-	4,0:1	130	75	60	56,20	29,70	STRAUBE (1973)
Eucalpto	<i>Eucalyptus grandis</i>	Kraft	12,70	25	-	-	170	100	50	-	20,10	GOMIDE, OLIVEIRA e COLODETTE (1980)
Eucalpto/10 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	Kraft	13,00	25	-	4,0:1	170	120	30	49,60	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/13 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Kraft	13,00	25	-	4,0:1	170	120	30	44,60	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/13 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	Kraft	14,00	25	-	4,0:1	170	120	30	44,50	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/5 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	Kraft	10,50	25	-	4,0:1	165	120	30	-	-	BRASIL et al. (1972)
Eucalpto/6 anos	<i>Eucalyptus paniculata</i>	Kraft	13,00	25	-	4,0:1	170	120	30	44,30	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/7 anos	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Kraft	13,00	25	-	4,0:1	170	120	30	44,10	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/7 anos	<i>Eucalyptus maculata</i>	Kraft	13,50	25	-	4,0:1	170	120	30	45,00	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/8 anos	<i>Eucalyptus saligna</i>	Kraft	13,00	25	-	4,0:1	170	120	30	46,60	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Eucalpto/7 anos	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Kraft	13,25	25	-	4,0:1	170	120	30	44,50	-	FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	22,00	20	-	5,0:1	160	105	60	40,23	24,35	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	18,00	-	-	5,0:1	160	105	60	39,41	26,82	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	20,00	-	-	5,0:1	160	105	60	39,17	24,90	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	22,00	-	-	5,0:1	160	105	60	38,08	23,60	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	18,00	20	-	5,0:1	160	105	60	38,57	49,16	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	-	20,00	20	-	5,0:1	160	105	60	40,38	30,82	AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)

TABELA 9 - CONDIÇÕES DE COZIMENTO E RENDIMENTO EM CELULOSE DE ESPÉCIES PAPELEIRAS CLASSIFICADAS COMO NÃO MADEIRAS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS conclusão

Espécie	Nome Científico	Processo	Alcali Ativo (%Na ⁺ O)	Sulfidez (%)	(Na ₂ SO ₃)	Relação Licor/madeira	Temperatura Máxima (°C)	Tempo até Temp. Max. (minutos)	Tempo na Temp. Max. (minutos)	Rendimento Depurado (%)	Número Kappa	Fonte
Pinus	<i>Pinus elliottii</i>	Kraft	19,00	25	-	4,0:1	165	90	90	49,20	⁽¹⁾ 27,6	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus taeda</i>	Kraft	19,00	25	-	4,0:1	165	90	90	48,80	⁽¹⁾ 28,8	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus caribaea</i>	Kraft	19,00	25	-	4,0:1	165	90	90	48,60	⁽¹⁾ 28,2	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus elliottii</i>	Kraft	20,00	25	-	4,0:1	170	120	90	44,30	⁽¹⁾ 16,9	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus taeda</i>	Kraft	20,00	25	-	4,0:1	170	120	90	47,20	⁽¹⁾ 17,3	FOELKEL (1975)
Pinus	<i>Pinus caribaea</i>	Kraft	20,00	25	-	4,0:1	170	120	90	42,90	⁽¹⁾ 17,5	FOELKEL (1975)
Pinus/12 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	Kraft	18,50	30	-	4,0:1	170	90	60	43,40	⁽¹⁾ 23,5	FOELKEL et al. (1975)
Pinus/13 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	Kraft	20,00	30	-	4,0:1	170	90	60	44,60	⁽¹⁾ 23,5	FOELKEL et al. (1975)
Pinus/6 anos	<i>Pinus oocarpa</i>	Kraft	17,00	30	-	4,0:1	170	90	60	39,50	⁽¹⁾ 23,5	FOELKEL et al. (1975)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		15,00	25	-	6,0:1	170	70	120	46,43	⁽¹⁾ 19,7	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		18,00	25	-	5,0:1	170	62	120	33,45	⁽¹⁾ 11,6	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		16,00	25	-	5,0:1	170	150	120	46,52	⁽¹⁾ 19,6	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		9,83	-	-	6,0:1	160	120	75	55,28	⁽¹⁾ 31,8	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		8,85	-	-	5,4:1	160	120	70	54,58	⁽¹⁾ 30,0	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Quenafa	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>		7,00	-	-	6,0:1	170	90	80	56,02	⁽¹⁾ 30,1	CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
Soja/Resíduo agrícola	-		18,00	23,50	-	4,0:1	170	80	50	38,00	39,00	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-		24,00	23,50	-	4,0:1	170	80	110	32,50	27,80	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-		18,00	23,50	-	4,0:1	170	80	100	41,30	37,70	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-		19,00	23,50	-	4,0:1	170	80	100	38,80	35,90	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-		22,00	23,50	-	4,0:1	170	80	100	36,50	31,20	CAHEN et al. (1984)
Soja/Resíduo agrícola	-		24,00	23,50	-	4,0:1	170	80	110	35,20	30,20	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Palha	-	Carbonato/O ²	-	-	-	5,0:1	145	72	300	40,00	28,00	DANILAS e CERAGIOLI(1982)
Trigo/Palha	-	Soda	20,00	-	-	5,0:1	145	69	60	50,00	23,00	DANILAS e CERAGIOLI(1982)
Trigo/Resíduo agrícola	-		18,00	-	-	-	165	90	15	43,90	23,70	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		18,00	-	-	6,0:1	165	85	15	49,60	18,00	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		15,00	-	-	6,0:1	165	85	15	45,80	32,50	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		16,00	-	-	6,0:1	170	85	15	44,20	21,40	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		17,00	-	-	6,0:1	170	85	15	44,70	18,00	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		18,00	-	-	6,0:1	165	85	15	44,90	16,10	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		18,00	-	-	6,0:1	165	85	15	41,70	21,10	CAHEN et al. (1984)
Trigo/Resíduo agrícola	-		18,00	-	-	6,0:1	165	85	15	42,60	21,80	CAHEN et al. (1984)
Tucum (Min)	<i>Bactris inundata</i>	Kraft	11,00	20,00	-	6,0:1	170	90	40	45,97	33,37	SANATIEL (2001)
Tucum (Max)	<i>Bactris inundata</i>	Kraft	8,32	20,00	-	6,0:1	165	90	30	60,34	33,37	SANATIEL (2001)

(1) Número de permanganato

As polpas de *Mauritia vinifera* apresentaram Índices de drenabilidade médios entre 20 e 49 °SR para tempo de refino de 25 a 75 minutos. O aumento do tempo de refino em ambas as espécies em estudo, causa problemas de drenabilidade na formação da folha.

Em termos de valores da média em *Bactris inundata*, a refinação praticamente não teve nenhuma influência nas propriedades de alvura e opacidade. Os valores da porosidade, comprimento de auto-ruptura, Índices de tração, rasgo e estouro aumentaram com o tempo de refino.

Em termos de valores da média de *Mauritia vinifera*, a refinação também não teve praticamente nenhuma influência nas propriedades de alvura e opacidade. Os valores da Porosidade, Comprimento de Auto-ruptura, Índices de Tração e Estouro aumentaram com o tempo de refino. A média dos Índices de Rasgo aumentou no primeiro refino (25 minutos) e decresceu com a continuidade dos refinamentos até o final destes ensaios (75 minutos).

No sentido de melhor avaliar a ação do refino sobre as fibras e as reais interligações que são criadas nos experimentos considerados como de valores máximos, foram procedidas microscopias eletrônicas de varredura (MEV) apresentadas após os resultados das propriedades físico-mecânicas.

4.4.4. Características da Celulose

As principais características das celuloses kraft de *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* estão apresentadas nas TABELAS 10 a 13.

4.4.4.1. Índice de Tração

Para os cozimentos de *Mauritia vinifera* os melhores valores (15) de Índice de Tração foram obtidos no tempo de refino de 75 minutos e 2 ficaram no tempo de refino de 50 minutos. O maior valor (90,4686 N.m/g) foi para o cozimento número 2 (MV02-75) e o menor valor (70,9210 N.m/g) foi para o cozimento 5 (MV05-75) e a

média dos valores no tempo de 75 minutos de refino ficou em 79,4770 N.m/g (TABELA 13D). Através dos valores encontrados na Tabela 12, pode-se verificar que os melhores valores para o Índice de Tração em todos os 17 cozimentos se encontraram dentro do cozimento 2 (MV02), evidenciando que pode-se conseguir bons resultados de tração adotando-se os valores fixados para estas condições do cozimento.

Bactris inundata apresentou 11 dos seus melhores valores de Índice de Tração no tempo de refino de 40 minutos (TABELA 11D), e 6 no refino de 30 minutos (TABELA 11C). O cozimento 14 (BI14-40) foi onde se observou o maior valor (87,9089 N.m/g), e o menor valor (42,4619 N.m/g) foi para o cozimento 7 (BI07-40). A média destes cozimentos no tempo de refino de 40 minutos ficou em 60,9328 N.m/g. Em revista aos valores resultantes, destes ensaios, enumerados na TABELA 10, pode-se verificar que o cozimento 14 (BI-14) apresentou em todos os tempos de refino o valor máximo para este ensaio. Portanto, os melhores resultados para o Índice de tração poderão ser obtidos através das condições fixadas no cozimento 14 (BI14).

Os valores máximos alcançados (TABELA 10 e 12) e as médias observadas nestes ensaios para *Mauntia vinifera* e *Bactris inundata* se apresentaram superiores aos valores verificados em literatura para quase todas as matérias-primas consideradas não arbóreas. Somente o Quenafe (*Hibiscus cannabinus* L.) pesquisado por CIARAMELLO e AZZINI (1971b) apresentou um valor máximo igual a 89,1424 N.m/g, de Índice de Tração. CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b) encontraram, para uma espécie de bambu do Acre, um valor para o Índice de Tração de 61,1934 N.m/g.

Os valores máximos observados para o Índice de Tração de *M. vinifera* e *B. inundata* se encontraram dentro dos valores dos *Eucalyptus* spp (75,51-99,05 N.m/g) e um pouco acima dos *Pinus* spp (58,43-77,47 N.m/g) encontrados na literatura (FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ, 1975; BRASIL *et al.*, 1972; FOELKEL, 1975; FOELKEL *et al.*, 1975). Todos os valores obtidos da literatura que não estavam no Sistema Internacional foram convertidos para fins de comparação (ANEXO 1 e 2).

As interligações entre as fibras que produziram os valores máximos destas propriedades, no papel ensaiado, se encontram mostradas nas FIGURAS 11A e 11B, 14A e 14B.

4.4.4.2. Índice de Rasgo

Observou-se que 16 dos melhores valores do Índice de Rasgo para *Mauritia vinifera* ocorreram no refino de 25 minutos (TABELA 13B) e somente um no tempo de refino de 50 minutos (TABELA 13C). O maior valor (28,1951 mN.m²/g) ocorreu no cozimento 9 (MV09-25) e o menor (13,5826 mN.m²/g) no cozimento 1 (MV01-25). A média do Índice de Rasgo, em todos os cozimentos de refino de 25 minutos, ficou em 20,5059 mN.m²/g.m. Através da análise dos resultados do Índice de rasgo frente aos diversos tempos de refino, observou-se que o valor máximo flutua nos diferentes refinamentos, não se fixando em nenhum grupo específico de cozimento como o Índice de tração.

Para os melhores valores do Índice de Rasgo de *Bactris inundata*, 14 ocorreram no tempo de refino de 10 minutos (TABELA 11B), e 3 no tempo de 30 minutos (TABELA 11C). Para o tempo de 10 minutos de refino, o maior valor (32,5768 mN.m²/g) ocorreu no cozimento 8 (BI08-10) e o menor valor (15,9548 mN.m²/g) no cozimento 7 (BI07-10). A média do Índice de rasgo, em todos os cozimentos de refino de 10 minutos, ficou em 21,0991 mN.m²/g.m. O cozimento 8 (BI08) apresentou os melhores resultados para o Índice de Rasgo em todos os refinamentos. Portanto, os valores fixados para este cozimento indicaram, que se pode obter papéis, com alto Índice de rasgo.(TABELA 10).

Observou-se, na literatura especializada, que os índices de rasgo para a maioria das espécies não arbóreas são baixos chegando a um valor de 15,89 mN.m²/g para o bambu do Acre pesquisado por CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b). Os valores de rasgo de *Mauritia vinifera* e de *Bactris inundata* são superiores aos valores encontrados na literatura para *Eucalyptus* spp (11,87-16,67 mN.m²/g) e *Pinus* spp (11,38-15,10 mN.m²/g) (FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ, 1975; BRASIL *et al.*, 1972; FOELKEL, 1975; FOELKEL *et al.*, 1975).

As interligações entre as fibras que produziram os valores destas propriedades, no papel ensaiado, se encontram mostradas nas FIGURAS 12A e 12B, 15A e 15B.

4.4.4.3. Índice de Arrebentamento

Os 17 melhores valores do Índice de Arrebentamento de *Mauritia vinifera* se concentraram no refino de 75 minutos (TABELA 13D). O maior valor (7,1616 kPa.m²/g) de todos os experimentos ocorreu no cozimento 2 (MV02-75) e o menor valor (5,3821 kPa.m²/g) ocorreu no cozimento 15 (MV-15-75), e a média dos Índices de Arrebentamento, neste refino, foi de 6,0802 kPa.m²/g. Apesar do maior valor de todos os experimentos não pertencer ao cozimento 9 (MV-09), pelos dados na TABELA 12, pode-se observar que os melhores valores para o Índice de Arrebentamento estão presentes nesse cozimento. Portanto, o cozimento 9 se apresenta como uma melhor opção para obtenção dos melhores valores do Índice de Arrebentamento.

Os melhores valores do Índice de Arrebentamento de *Bactris inundata* se encontram distribuídos entre o refino de 30 minutos (8 cozimentos) e o refino de 40 minutos (9 cozimentos) (TABELAS 11C e 11D). O maior valor (5,1466 kPa.m²/g) de fato, de todos os experimentos, se encontrou no cozimento 4 (BI04-30) do refino de 30 minutos, e o menor valor (2,3934 kPa.m²/g) se encontrou no cozimento 1 (BI01-30) do refino de 30 minutos. A média do refino de 30 minutos ficou em 3,4457 kPa.m²/g e a do refino de 40 minutos ficou em 3,3986 kPa.m²/g; valores bem próximos. Estes dados sugerem que um refino de 35 minutos pode oferecer, de fato, os maiores valores para o Índice de refino de *Bactris inundata* (TABELA 10).

Os melhores valores alcançados para o Índice de arrebentamento pela *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* estão bem acima da maioria das espécies não arbóreas, ficando próximas dos valores do Quenafe (5,59 kPa.m²/g) encontrado por CIARAMELLO e AZZINI (1971b) e da Palha de Trigo (6,08 kPa.m²/g) encontrado por DANILAS e CERAGIOLI (1982). O intervalo de variação dos melhores valores de *Mauritia vinifera* (5,38-7,16 kPa.m²/g) se encontrou dentro das variações de

Eucalyptus spp. (4,90-7,11 kPa.m²/g) e de *Pinus* spp. (4,33-5,79 kPa.m²/g) encontrados na literatura (FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ, 1975; BRASIL *et al.*, 1972; FOELKEL, 1975; FOELKEL *et al.*, 1975).

As interligações entre as fibras, que produziram os valores destas propriedades no papel ensaiado, se encontram nas FIGURAS 13A e 13B, 14A e 14B.

4.4.4.4. Permeância ao Ar

Todos os 17 melhores valores da Permeância ao Ar GURLEY (Porosidade) de *Mauritia vinifera* encontraram-se no refino de 75 minutos. Esta propriedade sofreu grandes variações no decorrer dos refinamentos dos diversos cozimentos. O seu valor máximo (47,7780 s/100ml) ocorreu no cozimento 1 (MV01-75) e o menor valor (3,2210 s/100ml) no cozimento 8 (MV08-75) e a média ficou em 12,0411 s/100ml de ar.

Todos os 17 melhores valores da Permeância ao Ar GURLEY de *Bactris inundata* ocorreram no refino de 40 minutos. Esta propriedade não sofreu grandes variações no decorrer dos refinamentos dos diversos cozimentos. O seu valor máximo (3,1450 s/100ml) ocorreu no cozimento 17 (MV17-40) e o menor valor (1,4640 s/100ml) no cozimento 13 (MV13-40) e a média ficou em 2,0656 s/100ml de ar.

Pelos dados acima se pode verificar que *Mauritia vinifera* apresenta as propriedades de permeância ao ar superiores às de *Bactris inundata*. O maior valor de *B. inundata* não alcança o menor valor de *M. vinifera*.

Estes valores, pela literatura pesquisada, ainda são baixos. AZZINI, NAGAI e CHIARAMELLO (1978) encontraram uma variação de 3,7-14,9 s/100ml de ar para o *Bambusa vulgaris* dentro do intervalo de *Mauritia vinifera*. Os valores encontrados para *Bactris inundata*, entretanto, ainda continuam baixos para esta propriedade.

TABELA 10. - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - **Arranjo por Cozimento**

continua

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento de Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura (%)	Opacidade (%)	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI01-T	11	61,6196	0,3659	2,7330	0,5667	0,9160	8,9831	9,1819	0,6376	29,7100	95,6500	0,2310	66,99	30,86
BI01-10	17	59,1108	0,4304	2,3234	1,8000	3,3948	33,2912	16,8823	1,8249	29,0600	97,3900	0,5700	56,99	30,85
BI01-30	39	57,7722	0,5123	1,9520	2,2833	4,2812	41,9840	13,5797	2,3934	30,0700	97,3700	1,2300	56,99	30,85
BI01-40	51	57,9033	0,5640	1,7730	2,1833	4,3751	42,9052	12,0315	2,5404	29,8100	97,4300	1,4730	56,99	30,85
BI02-T	14	62,3869	0,3659	2,7330	1,1833	1,8415	18,0591	14,1849	1,0060	35,7700	96,5400	0,3760	50,15	31,01
BI02-10	24	60,2309	0,4941	2,0239	1,6500	5,0841	49,8580	23,7583	3,2401	36,3900	97,1000	0,9560	50,15	31,01
BI02-30	33	60,0250	0,5640	1,7730	2,3167	5,9161	68,0171	25,4083	4,0354	36,1900	97,1000	1,3080	50,15	31,01
BI02-40	38	60,8175	0,6275	1,5936	2,2333	5,7440	56,3290	22,4972	3,8538	36,2200	97,0000	1,5150	50,15	31,01
BI03-T	13	62,1654	0,4078	2,4522	1,0000	1,2583	12,3393	12,7210	0,8203	29,9100	96,5700	0,3270	67,26	31,68
BI03-10	25	60,2184	0,4671	2,1409	1,6333	3,7862	37,1301	19,1774	2,2799	28,8000	97,7900	0,8930	57,26	31,68
BI03-30	49	59,0515	0,4849	2,0623	2,0167	4,7679	46,7574	13,7107	3,0889	29,0200	97,8200	1,5330	57,26	31,68
BI03-40	56	58,2465	0,5247	1,9059	1,9500	4,6850	45,9445	10,6676	2,7949	29,5400	97,7100	1,9320	57,26	31,68
BI04-T	14	60,8612	0,3787	2,6406	1,5333	2,6289	25,7810	18,3561	1,4985	34,1800	97,1800	0,4590	48,65	34,22
BI04-10	29	61,8752	0,4254	2,3507	2,5167	6,2564	61,3539	27,4886	4,7547	34,4000	97,6600	1,4160	48,65	34,22
BI04-30	44	60,2122	0,5083	1,9673	2,7667	6,9089	67,7532	24,9123	5,1466	33,9900	97,5500	1,9830	48,65	34,22
BI04-40	51	61,0172	0,5379	1,8591	2,8000	6,6575	65,2875	22,7322	4,8698	33,8900	97,5800	2,2820	48,65	34,22
BI05-T	14	62,2466	0,4166	2,4004	0,7000	1,0810	10,6007	8,9738	0,6617	29,5400	96,7300	0,3050	68,37	34,30
BI05-10	20	60,8144	0,4605	2,1716	1,5667	3,6249	35,5482	18,0606	2,0963	28,7000	97,4900	0,8140	58,37	34,30
BI05-30	45	59,0109	0,5182	1,9298	2,1333	4,8729	47,7867	19,6698	2,9913	28,7900	97,4900	1,2630	58,37	34,30
BI05-40	56	58,6178	0,5629	1,7765	2,1167	4,9359	48,4049	17,2384	3,1787	29,0100	97,3400	1,4920	58,37	34,30
BI06-T	14	61,8159	0,3933	2,5426	1,1167	1,8507	18,1487	14,0113	0,9519	32,8300	96,5000	0,3810	63,40	34,39
BI06-10	27	60,1778	0,4661	2,1455	2,0167	5,4948	53,8858	23,3621	3,3081	33,2200	97,5700	1,2750	53,40	34,39
BI06-30	47	58,7863	0,4940	2,0243	2,0500	5,8441	57,3111	19,2175	3,8869	33,4500	97,7700	1,9310	53,40	34,39
BI06-40	53	59,4165	0,5172	1,9335	2,2000	5,9018	67,8772	16,7954	3,5651	33,4000	97,7000	2,0590	53,40	34,39

TABELA 10 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - *Arranjo por Cozimento*

continuação

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento de Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI07-T	13	61,8566	0,3733	2,6788	0,7333	1,1518	11,2954	9,8421	0,6342	28,7600	96,7400	0,3440	66,35	33,79
BI07-10	20	60,9735	0,4307	2,3218	1,7167	3,9799	39,0292	16,9548	2,0909	27,9700	97,5400	0,8920	55,35	33,79
BI07-30	36	59,1700	0,4786	2,0894	1,8333	4,3941	43,0916	11,2436	2,4861	28,3000	97,7200	1,3180	55,35	33,79
BI07-40	51	58,0967	0,6906	1,4480	1,6833	4,3299	42,4619	9,8308	2,5320	28,2100	97,6200	1,6340	55,35	33,79
BI08-T	16	62,1373	0,3970	2,6189	1,5833	2,4448	23,9753	19,8982	1,3099	32,1600	97,5300	0,4520	46,97	33,37
BI08-10	28	61,0733	0,4659	2,1464	2,6333	6,1347	60,1609	32,6768	3,8537	31,7500	97,7800	1,1930	45,97	33,37
BI08-30	38	60,1123	0,4837	2,0674	2,6167	6,2253	61,0498	27,6683	4,2416	31,5500	97,8600	1,7110	45,97	33,37
BI08-40	47	60,5866	0,6060	1,9763	2,3667	6,2940	61,7233	26,1051	4,2732	31,5300	97,6700	2,0640	45,97	33,37
BI09-T	13	61,8284	0,3706	2,6983	0,8500	1,0984	10,7718	8,2224	0,6344	29,2800	96,4300	0,2600	66,43	33,31
BI09-10	21	60,3401	0,4360	2,2936	1,5333	4,4341	43,4836	21,0110	2,4378	29,1100	97,7600	0,7810	56,43	33,31
BI09-30	38	58,5991	0,4909	2,0371	1,8167	4,6368	44,4787	15,2089	2,5270	29,7300	97,6300	1,3130	56,43	33,31
BI09-40	59	57,5195	0,6640	1,7730	1,7000	4,4352	43,4949	10,9115	2,4892	29,8800	97,4900	1,6660	56,43	33,31
BI10-T	13	61,3673	0,3819	2,6186	0,7333	1,2213	11,9765	9,3084	0,6393	28,7300	96,5700	0,2640	64,40	33,37
BI10-10	25	58,6677	0,4671	2,1409	1,6667	4,5303	44,4267	18,6076	2,6745	29,5700	97,4700	0,7770	54,40	33,37
BI10-30	43	57,8658	0,4698	2,1286	1,8500	4,9002	48,0544	14,4255	2,8641	30,0200	97,4700	1,5720	54,40	33,37
BI10-40	60	57,0452	0,6129	1,9497	1,8600	5,0331	49,3577	13,2027	2,7506	30,0400	97,3800	1,8760	54,40	33,37
BI11-T	13	61,1046	0,3449	2,8994	0,6667	0,8867	8,6953	8,3198	0,6420	27,3900	96,2100	0,2380	60,34	33,37
BI11-10	19	60,8019	0,4322	2,3137	1,5167	3,1943	31,3255	17,3418	1,8226	26,3300	97,6100	0,6440	60,34	33,37
BI11-30	39	57,7192	0,4694	2,1304	1,6667	4,0348	39,5681	15,4408	2,5485	26,6800	97,6400	1,1940	60,34	33,37
BI11-40	56	58,4587	0,6124	1,9516	1,9333	4,6388	44,5106	14,4939	2,6337	26,4500	97,7000	1,6160	60,34	33,37
BI12-T	13	59,9563	0,3449	2,8994	0,9167	2,6545	26,0316	14,6553	1,3085	46,3600	93,9300	0,2970	46,30	27,24
BI12-10	24	60,8768	0,4603	2,1725	2,3667	6,5123	63,8637	22,7846	4,3817	44,9400	93,7300	0,8860	46,30	27,24
BI12-30	33	59,6287	0,5023	1,9908	3,1000	7,8411	76,8947	17,1567	4,8362	45,4400	93,5300	1,5250	46,30	27,24
BI12-40	48	59,2668	0,5410	1,8484	3,1167	7,8365	76,8502	13,9786	4,2856	45,6100	93,4600	1,9310	46,30	27,24

TABELA 10 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - *Arranjo por Cozimento*

conclusão

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento de Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI13-T	13	61,6039	0,3399	2,9420	0,7667	2,2481	22,0463	10,6128	0,6378	36,2800	94,7700	0,2600	53,40	30,26
BI13-10	20	58,7582	0,4425	2,2599	2,0167	6,0360	59,1933	17,3040	2,4033	36,6100	93,0900	0,6580	53,40	30,26
BI13-30	35	57,1108	0,4933	2,0272	2,7000	6,9417	68,0750	15,6053	3,1080	36,6300	93,6500	1,1100	53,40	30,26
BI13-40	49	58,1186	0,5331	1,8758	2,8167	7,2189	70,7934	14,5787	3,2228	37,0200	93,5400	1,4640	53,40	30,26
BI14-T	13	62,2683	0,3823	2,6167	1,2333	3,2876	32,2403	11,5913	0,7875	45,4100	93,7600	0,3020	50,01	34,64
BI14-10	34	59,3978	0,4022	2,4863	2,6833	7,5948	74,4793	24,4086	3,0709	43,0000	92,9800	1,3330	50,01	34,64
BI14-30	61	58,1373	0,5116	1,9547	3,2333	8,4169	82,5412	21,1593	3,6435	43,0100	93,0600	2,5550	50,01	34,64
BI14-40	69	57,9095	0,5510	1,8149	3,4000	8,9642	87,9089	19,6169	3,6917	42,9900	92,9700	3,0770	50,01	34,64
BI16-T	13	60,8612	0,3823	2,6167	0,6500	1,9900	19,5152	10,2093	0,6445	36,7900	94,6500	0,2610	52,06	30,76
BI16-10	37	57,7317	0,4850	2,0619	1,9167	6,0125	58,9628	17,9379	2,9217	37,1100	93,5600	1,2630	52,06	30,76
BI16-30	62	56,4275	0,5408	1,8491	2,5500	7,0021	68,6676	18,2412	3,5106	37,3000	93,7500	2,5440	52,06	30,76
BI16-40	66	55,1420	0,5847	1,7103	3,1333	8,1970	80,3863	15,2519	3,7703	36,8200	93,8200	3,0660	52,06	30,76
BI16-T	14	61,2856	0,3834	2,6082	0,4500	1,8783	18,4200	10,0362	0,8001	36,7000	95,2900	0,2590	50,21	39,99
BI16-10	34	58,1903	0,4484	2,2302	2,0333	6,3470	62,2427	22,2186	2,8650	35,9600	94,5200	1,1660	50,21	39,99
BI16-30	57	58,4368	0,4929	2,0288	2,4833	7,2633	71,2291	20,4065	3,6416	36,0200	94,6200	2,3020	50,21	39,99
BI16-40	64	58,3869	0,5324	1,8783	2,8167	7,7871	76,3667	16,8766	3,7119	36,4900	94,7700	2,8460	50,21	39,99
BI17-T	14	61,7910	0,3588	2,7871	0,5667	2,3232	22,7829	8,5321	0,7935	34,3000	95,1600	0,2690	53,97	34,39
BI17-10	36	58,0031	0,4189	2,3872	2,2833	6,9499	68,1548	19,9098	3,1109	33,5500	93,8100	1,4740	53,97	34,39
BI17-30	58	58,1186	0,4768	2,0973	2,9167	7,8460	76,9433	18,3584	3,8278	33,4800	94,2400	2,6450	53,97	34,39
BI17-40	63	56,7457	0,5021	1,9916	3,2600	8,6938	85,2566	15,9269	3,6119	33,7500	94,2600	3,1450	53,97	34,39
MÉDIA		59,6127	0,4688	2,1842	1,9189	4,8198	47,2664	16,7851	2,6455	33,5425	96,1285	1,2710	53,13	33,00
DESVIO PADRÃO		1,6981	0,0721	0,3421	0,7676	2,2087	21,6602	5,4206	1,2685	5,1731	1,7145	0,7964	4,05	2,62
MAIOR VALOR		62,3869	0,6908	2,9420	3,4000	8,9642	87,9089	32,5768	5,1466	46,3600	97,8500	3,1450	60,34	39,99
MENOR VALOR		55,1420	0,3399	1,4480	0,4500	0,8867	8,6953	8,2224	0,6342	26,3300	92,9700	0,2310	45,97	27,24

TABELA 11A - RESUMO PARCIAL DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius- Refino Zero

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento de Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI01-T	13	61,5195	0,3659	2,7330	0,5667	0,9160	8,9831	9,1819	0,6376	29,7100	95,6500	0,2310	56,99	30,85
BI02-T	13	62,3889	0,3659	2,7330	1,1833	1,8415	18,0591	14,1849	1,0060	35,7700	96,5400	0,3760	50,15	31,01
BI03-T	13	62,1654	0,4078	2,4522	1,0000	1,2583	12,3393	12,7210	0,8203	29,9100	96,5700	0,3270	57,28	31,68
BI04-T	13	60,8612	0,3787	2,6406	1,5333	2,6289	25,7810	18,3561	1,4985	34,1800	97,1800	0,4590	48,65	34,22
BI05-T	13	62,2485	0,4166	2,4004	0,7000	1,0810	10,6007	8,9738	0,6617	29,5400	96,7300	0,3050	58,37	34,30
BI06-T	14	61,8159	0,3933	2,5426	1,1167	1,8507	18,1487	14,0113	0,9519	32,8300	96,5000	0,3810	53,40	34,39
BI07-T	14	61,8585	0,3733	2,6788	0,7333	1,1518	11,2954	9,8421	0,6342	28,7600	96,7400	0,3440	55,35	33,79
BI08-T	11	62,1373	0,3970	2,5189	1,5833	2,4448	23,9753	19,8982	1,3099	32,1500	97,5300	0,4520	45,97	33,37
BI09-T	14	61,8284	0,3706	2,6983	0,6500	1,0984	10,7718	8,2224	0,6344	29,2800	96,4300	0,2600	56,43	33,31
BI10-T	13	61,3573	0,3819	2,6185	0,7333	1,2213	11,9765	9,3084	0,6393	28,7300	96,5700	0,2640	54,40	33,37
BI11-T	14	61,1045	0,3449	2,8994	0,6667	0,8867	8,6953	8,3198	0,6420	27,3900	96,2100	0,2380	60,34	33,37
BI12-T	14	59,9563	0,3449	2,8994	0,9167	2,6545	26,0316	14,6553	1,3085	46,3600	93,9300	0,2970	46,30	27,24
BI13-T	14	61,5039	0,3399	2,9420	0,7667	2,2481	22,0463	10,6128	0,6378	36,2800	94,7700	0,2600	53,40	30,26
BI14-T	13	62,2683	0,3823	2,6157	1,2333	3,2876	32,2403	11,5913	0,7875	45,4100	93,7600	0,3020	50,01	34,64
BI15-T	16	60,8612	0,3823	2,6157	0,6500	1,9900	19,5152	10,2093	0,6445	36,7900	94,6500	0,2610	52,08	30,76
BI16-T	13	61,2855	0,3834	2,6082	0,4500	1,8783	18,4200	10,0362	0,8001	36,7000	95,2900	0,2590	50,21	39,99
BI17-T	13	61,7910	0,3588	2,7871	0,5667	2,3232	22,7829	8,5321	0,7935	34,3000	95,1500	0,2690	53,97	34,39
MÉDIA		61,5850	0,3757	2,6696	0,8853	1,8095	17,7449	11,6857	0,8475	33,7700	95,8941	0,3109	53,13	33,00
DESVIO PADRÃO		0,6375	0,0214	0,1529	0,3382	0,7176	7,0371	3,4954	0,2779	5,5148	1,1189	0,0701	4,15	2,69
MAIOR VALOR	16,0000	62,3869	0,4166	2,9420	1,5833	3,2876	32,2403	19,8982	1,4985	46,3600	97,5300	0,4590	60,34	39,99
MENOR VALOR	11,0000	59,9563	0,3399	2,4004	0,4500	0,8867	8,6953	8,2224	0,6342	27,3900	93,7600	0,2310	45,97	27,24

TABELA 11B - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - Refino 10

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.mv/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade 100cm²ar/seg	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI01-10	17	59,1108	0,4304	2,3234	1,8000	3,3948	33,2912	16,8823	1,8249	29,0600	97,3900	0,5700	56,99	30,85
BI02-10	24	60,2309	0,4941	2,0239	1,6500	5,0841	49,8580	23,7583	3,2401	36,3800	97,1000	0,9560	50,15	31,01
BI03-10	25	60,2184	0,4671	2,1409	1,6333	3,7862	37,1301	19,1774	2,2799	28,8000	97,7900	0,8930	57,26	31,68
BI04-10	29	61,8752	0,4254	2,3507	2,5167	6,2564	61,3539	27,4886	4,7547	34,4000	97,6600	1,4160	48,65	34,22
BI05-10	20	60,8144	0,4605	2,1716	1,5667	3,6249	35,5482	18,0606	2,0963	28,7000	97,4900	0,8140	58,37	34,30
BI06-10	27	60,1778	0,4661	2,1455	2,0167	5,4948	53,8858	23,3621	3,3081	33,2200	97,5700	1,2750	53,40	34,39
BI07-10	20	60,9735	0,4307	2,3218	1,7167	3,9799	39,0292	15,9548	2,0909	27,9700	97,5400	0,8920	55,35	33,79
BI08-10	28	61,0733	0,4659	2,1464	2,6333	6,1347	60,1609	32,5788	3,8537	31,7500	97,7800	1,1930	45,97	33,37
BI09-10	21	60,3401	0,4360	2,2936	1,5333	4,4341	43,4836	21,0110	2,4378	29,1100	97,7600	0,7810	56,43	33,31
BI10-10	25	58,6677	0,4671	2,1409	1,6667	4,5303	44,4267	18,6075	2,6745	29,5700	97,4700	0,7770	54,40	33,37
BI11-10	19	60,8019	0,4322	2,3137	1,5167	3,1943	31,3255	17,3418	1,8226	26,3300	97,6100	0,6440	60,34	33,37
BI12-10	24	60,8768	0,4603	2,1725	2,3667	6,5123	63,8637	22,7846	4,3817	44,9400	93,7300	0,8860	46,30	27,24
BI13-10	20	58,7582	0,4425	2,2599	2,0167	6,0360	59,1933	17,3040	2,4033	36,6100	93,0900	0,6580	53,40	30,26
BI14-10	34	59,3978	0,4022	2,4863	2,6833	7,5948	74,4793	24,4086	3,0709	43,0000	92,9800	1,3330	50,01	34,64
BI15-10	37	57,7317	0,4850	2,0619	1,9167	6,0125	58,9628	17,9379	2,9217	37,1100	93,5600	1,2630	52,06	30,76
BI16-10	34	58,1903	0,4484	2,2302	2,0333	6,3470	62,2427	22,2186	2,8650	35,9600	94,5200	1,1660	50,21	39,99
BI17-10	36	58,0031	0,4189	2,3872	2,2833	6,9499	68,1548	19,9098	3,1109	33,5500	93,8100	1,4740	53,97	34,39
MÉDIA		59,8378	0,4490	2,2335	1,9735	5,2569	51,5523	21,0991	2,8904	33,3218	96,1676	0,9995	53,13	33,00
DESVIO PADRÃO		1,2341	0,0246	0,1228	0,3932	1,3582	13,3191	4,3562	0,8446	5,2631	1,9745	0,2869	4,15	2,69
MAIOR VALOR	37	61,8752	0,4941	2,4863	2,6833	7,5948	74,4793	32,5768	4,7547	44,9400	97,7900	1,4740	60,34	39,99
MENOR VALOR	17	57,7317	0,4022	2,0239	1,5167	3,1943	31,3255	15,9548	1,8226	26,3300	92,9800	0,5700	45,97	27,24

TABELA 11C - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - Refino 30

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento de Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.nv/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI01-30	39	57,7722	0,5123	1,9520	2,2833	4,2812	41,9840	13,5797	2,3934	30,0700	97,3700	1,2300	56,99	30,85
BI02-30	33	60,0250	0,5640	1,7730	2,3167	5,9161	58,0171	25,4083	4,0354	36,1900	97,1000	1,3080	50,15	31,01
BI03-30	49	59,0515	0,4849	2,0623	2,0167	4,7679	46,7674	13,7107	3,0889	29,0200	97,8200	1,5330	57,26	31,68
BI04-30	44	60,2122	0,5083	1,9673	2,7667	6,9089	67,7632	24,9123	5,1466	33,9900	97,5500	1,9830	48,65	34,22
BI05-30	45	59,0109	0,5182	1,9298	2,1333	4,8729	47,7867	19,5698	2,9913	28,7900	97,4900	1,2630	58,37	34,30
BI06-30	47	58,7863	0,4940	2,0243	2,0500	5,8441	57,3111	19,2175	3,8869	33,4500	97,7700	1,9310	53,40	34,39
BI07-30	36	59,1700	0,4786	2,0894	1,8333	4,3941	43,0915	11,2436	2,4861	28,3000	97,7200	1,3180	55,35	33,79
BI08-30	38	60,1123	0,4837	2,0674	2,6167	6,2253	61,0498	27,6683	4,2416	31,5500	97,8500	1,7110	45,97	33,37
BI09-30	38	58,5991	0,4909	2,0371	1,8167	4,5356	44,4787	15,2089	2,5270	29,7300	97,6300	1,3130	56,43	33,31
BI10-30	43	57,8658	0,4698	2,1286	1,8500	4,9002	48,0544	14,4255	2,8641	30,0200	97,4700	1,5720	54,40	33,37
BI11-30	39	57,7192	0,4694	2,1304	1,6667	4,0348	39,5681	15,4408	2,5485	26,6800	97,6400	1,1940	60,34	33,37
BI12-30	33	59,6287	0,5023	1,9908	3,1000	7,8411	76,8947	17,1567	4,8352	45,4400	93,5300	1,5250	46,30	27,24
BI13-30	35	57,1108	0,4933	2,0272	2,7000	6,9417	68,0750	15,6053	3,1080	36,6300	93,6500	1,1100	53,40	30,26
BI14-30	61	58,1373	0,5116	1,9547	3,2333	8,4169	82,5412	21,1593	3,6435	43,0100	93,0600	2,5550	50,01	34,64
BI15-30	62	56,4275	0,5408	1,8491	2,5500	7,0021	68,6676	18,2412	3,5106	37,3000	93,7500	2,5440	52,06	30,76
BI16-30	57	58,4368	0,4929	2,0288	2,4833	7,2633	71,2291	20,4065	3,6416	36,0200	94,6200	2,3020	50,21	39,99
BI17-30	58	58,1186	0,4768	2,0973	2,9167	7,8460	76,9433	18,3584	3,6278	33,4800	94,2400	2,6450	53,97	34,39
MÉDIA		58,5991	0,4995	2,0064	2,3726	5,9995	58,8355	18,3125	3,4457	33,5100	96,2506	1,7081	53,13	33,00
DESVIO PADRÃO		1,0641	0,0250	0,0958	0,4745	1,4268	13,9920	4,5520	0,8131	5,1767	1,8925	0,5227	4,15	2,69
MAIOR VALOR	62	60,2122	0,5640	2,1304	3,2333	8,4169	82,5412	27,6683	5,1466	45,4400	97,8500	2,6450	60,34	39,99
MENOR VALOR	33	56,4275	0,4694	1,7730	1,6667	4,0348	39,5681	11,2436	2,3934	26,6800	93,0600	1,1100	45,97	27,24

TABELA 11D - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Bactris inundata* Martius - Refino 40

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
BI01-40	51	57,9033	0,5640	1,7730	2,1833	4,3761	42,9062	12,0315	2,6404	29,8100	97,4300	1,4730	56,99	30,85
BI02-40	38	60,8175	0,6275	1,5936	2,2333	5,7440	56,3290	22,4972	3,8538	36,2200	97,0000	1,6160	50,15	31,01
BI03-40	56	58,2465	0,5247	1,9059	1,9500	4,6850	45,9445	10,6676	2,7949	29,5400	97,7100	1,9320	57,26	31,68
BI04-40	51	61,0172	0,5379	1,8591	2,8000	6,6575	65,2875	22,7322	4,8698	33,8900	97,5800	2,2820	48,65	34,22
BI05-40	56	58,6178	0,5629	1,7765	2,1167	4,9369	48,4049	17,2384	3,1787	29,0100	97,3400	1,4920	58,37	34,30
BI06-40	53	59,4165	0,5172	1,9335	2,2000	5,9018	57,8772	16,7954	3,5651	33,4000	97,7000	2,0590	53,40	34,39
BI07-40	51	58,0967	0,6906	1,4480	1,6833	4,3299	42,4619	9,8308	2,5320	28,2100	97,6200	1,6340	55,35	33,79
BI08-40	47	60,5866	0,5060	1,9763	2,3667	6,2940	61,7233	26,1051	4,2732	31,5300	97,6700	2,0640	45,97	33,37
BI09-40	59	57,5195	0,5640	1,7730	1,7000	4,4352	43,4949	10,9115	2,4892	29,8800	97,4900	1,6660	56,43	33,31
BI10-40	60	57,0452	0,5129	1,9497	1,8600	6,0331	49,3677	13,2027	2,7506	30,0400	97,3800	1,8760	54,40	33,37
BI11-40	56	58,4587	0,5124	1,9516	1,9333	4,6388	44,6106	14,4939	2,6337	26,4500	97,7000	1,6160	60,34	33,37
BI12-40	48	59,2668	0,5410	1,8484	3,1167	7,8365	76,8502	13,9786	4,2856	45,6100	93,4600	1,9310	46,30	27,24
BI13-40	49	58,1186	0,5331	1,8758	2,8167	7,2189	70,7934	14,5787	3,2228	37,0200	93,5400	1,4640	53,40	30,26
BI14-40	69	57,9095	0,5510	1,8149	3,4000	8,9642	87,9089	19,6169	3,6917	42,9900	92,9700	3,0770	50,01	34,64
BI15-40	66	55,1420	0,5847	1,7103	3,1333	8,1970	80,3863	15,2519	3,7703	36,8200	93,8200	3,0660	52,06	30,76
BI16-40	64	58,3869	0,5324	1,8783	2,8167	7,7871	76,3667	16,8766	3,7119	36,4900	94,7700	2,8460	50,21	39,99
BI17-40	63	56,7457	0,5021	1,9916	3,2600	8,6938	86,2666	15,9269	3,6119	33,7500	94,2600	3,1460	53,97	34,39
MÉDIA		58,4291	0,5508	1,8270	2,4441	6,2134	60,9328	16,0433	3,3986	33,5682	96,2018	2,0656	53,13	33,00
DESVIO PADRÃO		1,4988	0,0481	0,1424	0,5685	1,6308	15,9925	4,5451	0,7107	5,2004	1,8694	0,6031	4,15	2,69
MAIOR VALOR	69,0000	61,0172	0,6906	1,9916	3,4000	8,9642	87,9089	26,1051	4,8698	45,6100	97,7100	3,1450	60,34	39,99
MENOR VALOR	38,0000	55,1420	0,5021	1,4480	1,6833	4,3299	42,4619	9,8308	2,4892	26,4500	92,9700	1,4640	45,97	27,24

FIGURA 11A - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Martius.

Propriedade de Tração. A. Cozimento 14/Refino T (BI14-T) - 200X; B. Cozimento 14/Refino T (BI14-T) - 800X;
C. Cozimento 14/Refino 10 (BI14-10) - 200X; D. Cozimento 14/Refino 10 (BI14-10) - 800X.

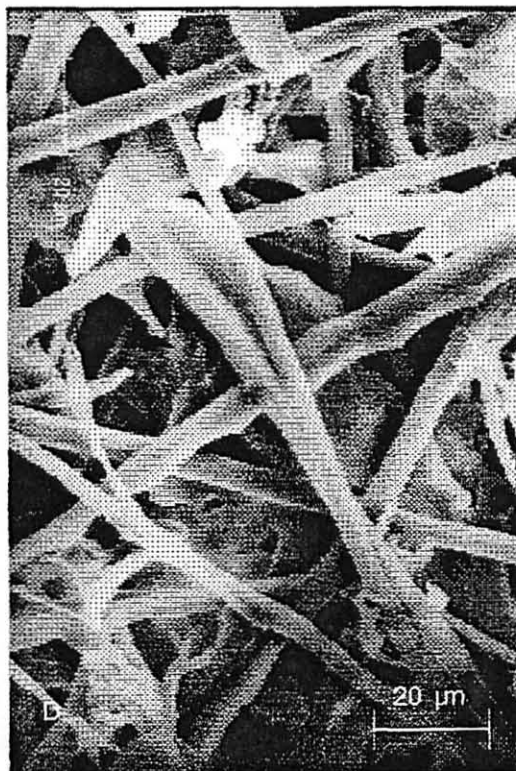
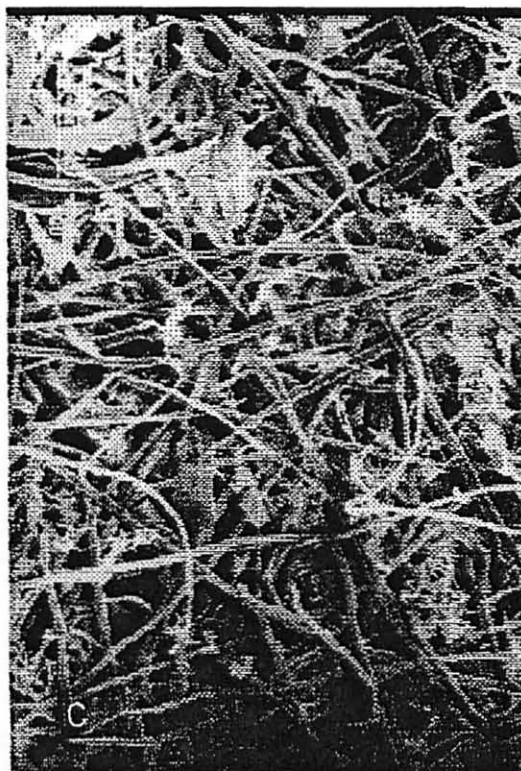


FIGURA 11B - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Martius.

Propriedade de Tração: E. Cozimento 14/Refino 30 (BI14-30) - 200X; F. Cozimento 14/Refino 30 (BI14-30) - 800X;
G. Cozimento 14/Refino 40 (BI14-40) - 200X; H. Cozimento 14/Refino 40 (BI14-40) - 800X.

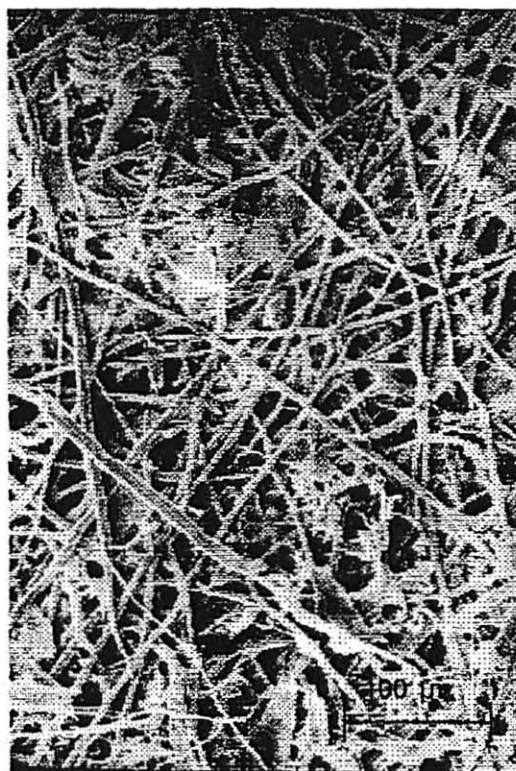
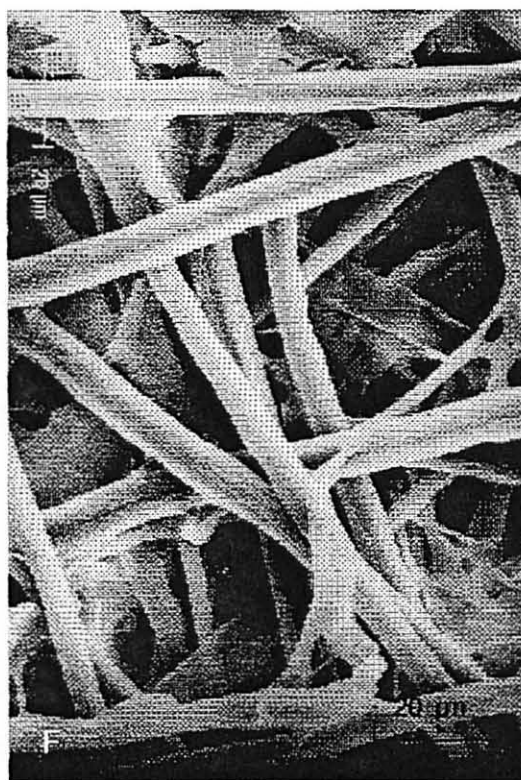
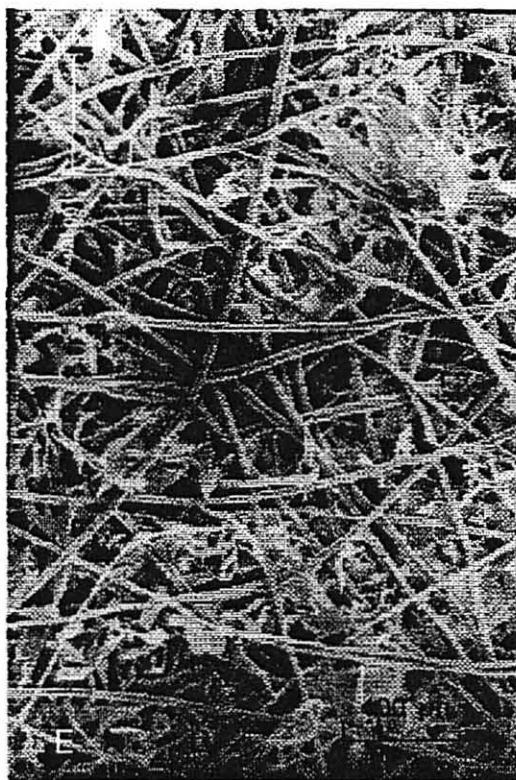


FIGURA 12A - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Matius.

Propriedade de Rasgo: A. Cozimento 8/Refino T (BI8-T) - 200X; B. Cozimento 8/Refino T (BI8-T) - 800X;

C. Cozimento 8/Refino 10 (BI8-10) - 200X; D. Cozimento 8/Refino 10 (BI8-10) - 800X.

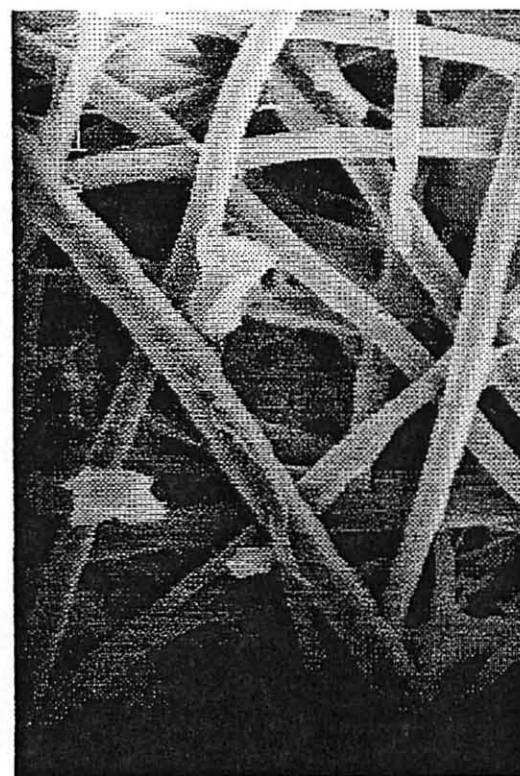


FIGURA 12B - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Matius.

Propriedade de Rasgo: E. Cozimento 8/Refino 30 (BI8-30) - 200X; F. Cozimento 8/Refino 30 (BI8-30) - 800X;

G. Cozimento 8/Refino 40 (BI8-40) - 200X; H. Cozimento 8/Refino 40 (BI8-40) - 800X.

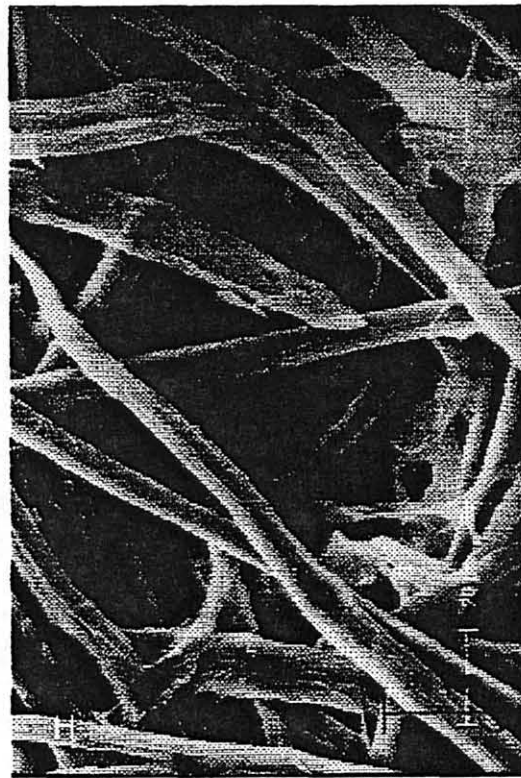
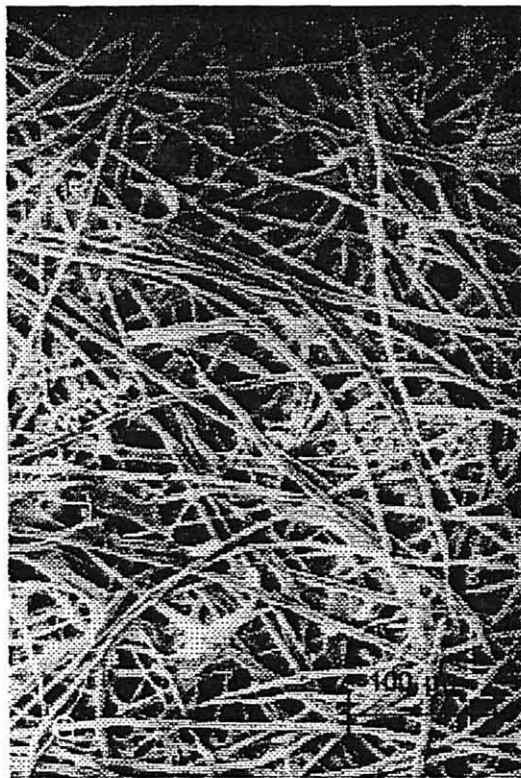
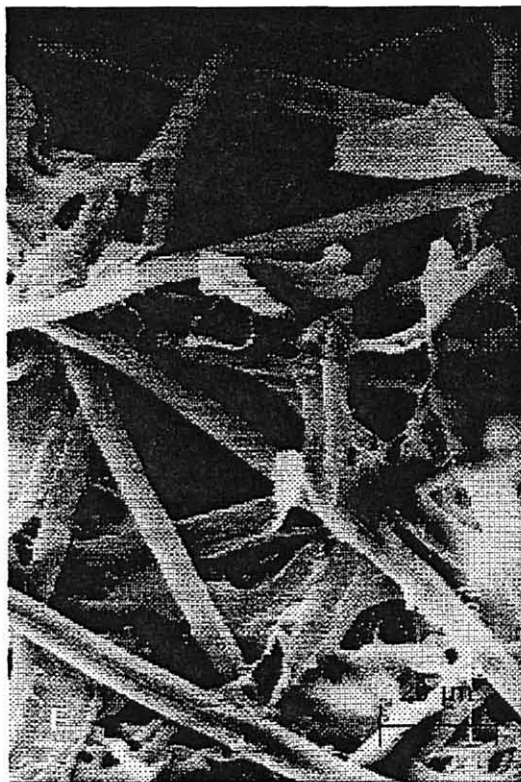


FIGURA 13A - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Martius

Propriedade de Arrebatamento: A. Cozimento 4/Refino T (BI4-T) - 200X; B. Cozimento 4/Refino T (BI4-T) - 800X;
C. Cozimento 4/Refino 10 (BI4-10) - 200X; D. Cozimento 4/Refino 10 (BI4-10) - 800X.

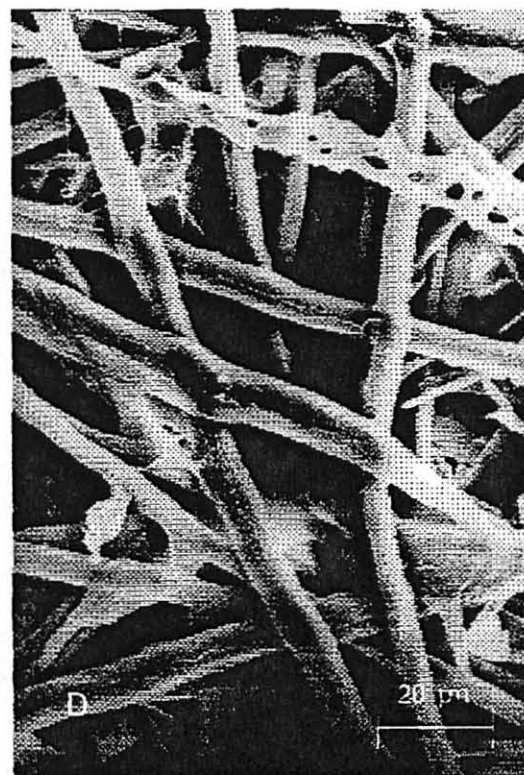
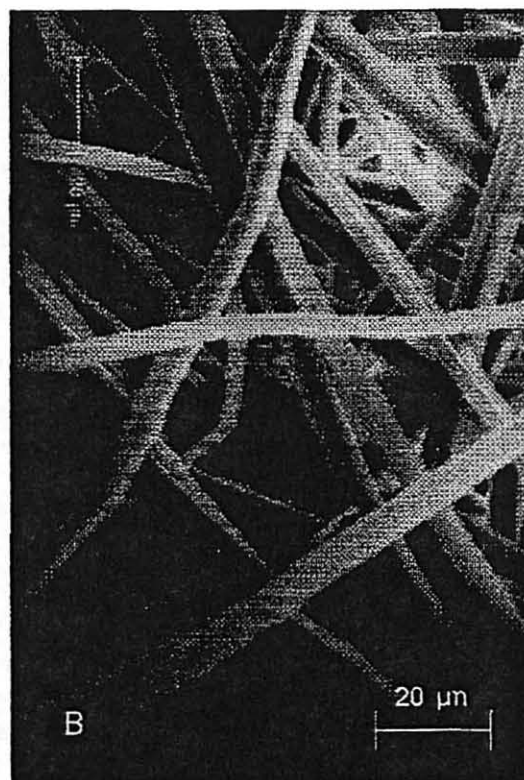
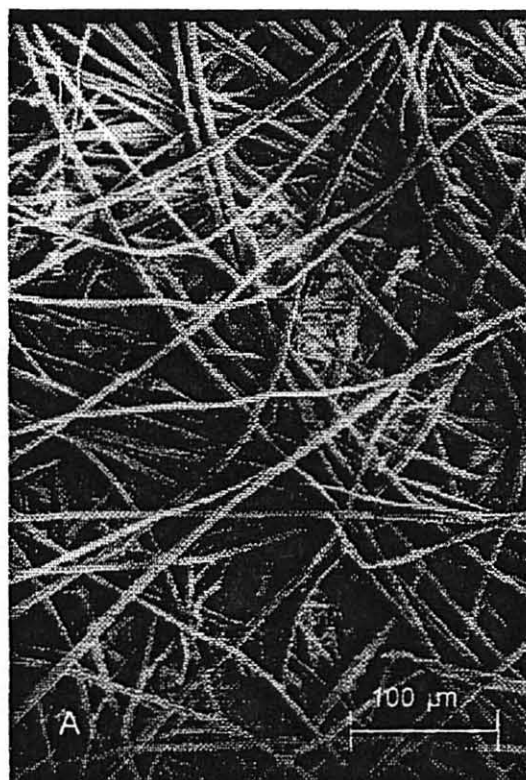


FIGURA 13B - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Bactris inundata* Martius

Propriedade de Arrebatamento: A. Cozimento 4/Refino 30 (BI4-30) - 200X; B. Cozimento 30/Refino T (BI4-30) - 800X;
C. Cozimento 4/Refino 40 (BI4-40) - 200X; D. Cozimento 4/Refino 40 (BI4-40) - 800X

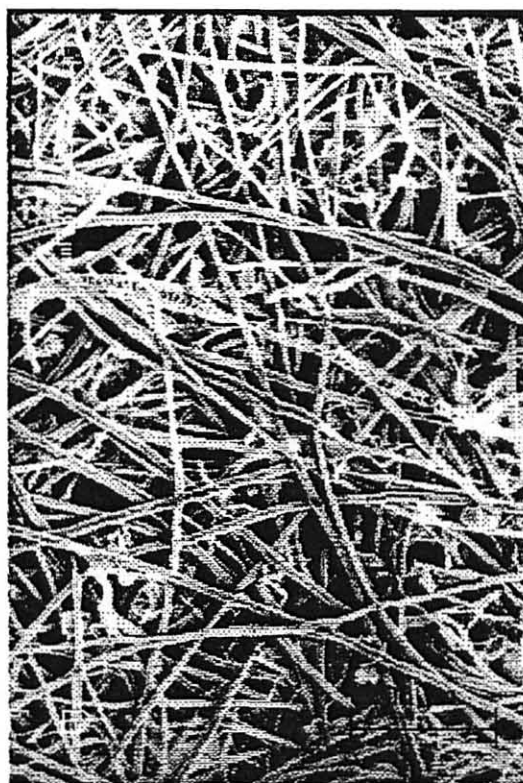


TABELA 12 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - Arranjo por Cozimento

continua

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV01-T	15	60,2627	0,3659	2,7333	0,8000	2,0779	20,3774	9,1666	0,9766	35,9600	95,0100	0,4030	59,81	27,56
MV01-25	24	52,6771	0,4941	2,0238	2,4667	7,0704	69,3367	13,6826	5,1568	34,1000	93,1700	1,1050	59,81	27,56
MV01-50	38	53,1232	0,5640	1,7730	3,0833	7,8308	76,7844	11,1056	5,6488	37,1300	93,0900	12,0840	59,81	27,56
MV01-75	70	54,0468	0,6275	1,5936	2,8833	7,5161	73,7076	8,7095	5,4616	35,5000	93,2000	47,7780	59,81	27,56
MV02-T	15	61,0484	0,4078	2,4625	1,2667	3,8010	37,2754	13,1594	1,9758	38,5800	95,0000	0,2540	50,78	18,16
MV02-25	21	58,5803	0,4671	2,1410	2,6667	7,5566	74,1047	20,6779	5,9094	36,7700	93,8200	0,6380	50,78	18,16
MV02-50	28	59,3042	0,4849	2,0621	3,2667	8,5810	84,1504	19,6847	6,6310	36,4300	93,9700	1,8480	50,78	18,16
MV02-75	43	59,0172	0,5247	1,9059	3,6833	9,2252	90,4886	18,3979	7,1618	36,3200	93,8300	7,7590	50,78	18,16
MV03-T	14	59,0016	0,4166	2,4006	0,8367	2,5400	24,9093	10,3183	1,3297	33,4300	95,3700	0,5270	58,58	26,31
MV03-25	22	52,9735	0,4605	2,1717	1,9667	6,4771	63,5184	17,8904	4,5355	36,2400	93,8000	0,6560	58,58	25,31
MV03-50	35	52,8924	0,5182	1,9296	2,7500	7,5206	73,7515	14,8326	5,5437	35,5200	94,1000	3,4300	58,58	25,31
MV03-75	60	54,0468	0,5629	1,7764	3,1333	8,2808	81,2074	12,6578	6,2599	36,3500	94,1400	23,6210	58,58	25,31
MV04-T	14	61,2699	0,3933	2,5427	1,3333	3,5790	35,0983	14,6484	1,8727	39,5800	95,2900	0,2290	49,35	13,48
MV04-25	19	59,9220	0,4661	2,1455	2,7167	7,3132	71,7177	22,6239	5,1879	37,4300	93,9700	0,4900	49,35	13,48
MV04-50	28	60,2777	0,4940	2,0245	3,3833	8,5604	83,9487	23,8440	6,4263	37,2400	94,2400	1,6300	49,35	13,48
MV04-75	36	61,2324	0,5172	1,9335	3,6167	8,9350	87,6226	20,6023	6,6624	36,9600	94,2200	4,2920	49,35	13,48
MV05-T	13	59,8752	0,3733	2,6786	0,6667	2,2781	22,3403	11,3208	1,0155	34,4000	95,6400	0,3670	58,01	24,12
MV05-25	19	52,8300	0,4307	2,3220	1,7833	5,8637	57,5034	17,7014	3,7497	33,5400	94,2400	0,3530	58,01	24,12
MV05-50	29	58,8112	0,4786	2,0894	2,7667	6,8165	66,8470	17,5019	4,6189	32,6100	95,2300	1,4120	58,01	24,12
MV05-75	52	60,5647	0,6906	1,4480	2,9833	7,2319	70,9210	13,0572	5,6672	32,3400	95,3500	13,8340	58,01	24,12
MV06-T	14	61,3685	0,3970	2,5187	1,3667	3,6011	35,3148	13,8022	1,9489	39,5600	95,2400	0,2390	44,54	13,90
MV06-25	21	63,4477	0,4659	2,1462	2,6667	7,1100	69,7253	23,0484	5,1160	36,2800	94,7300	0,5410	44,54	13,90
MV06-50	29	63,6693	0,4837	2,0672	3,2000	7,6856	75,3695	22,9682	6,1148	36,3900	94,6500	1,5330	44,54	13,90
MV06-75	41	60,6490	0,5060	1,9765	3,5000	8,4347	82,7157	21,2144	6,8074	36,4700	93,9500	3,2230	44,54	13,90

TABELA 12 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - Arranjo por Cozimento

continuação

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.mv/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV07-T	13	61,0109	0,3706	2,6984	0,7167	2,1810	21,3886	11,5216	1,0769	33,8700	96,9500	0,4550	57,10	25,79
MV07-25	21	54,3994	0,4360	2,2934	2,0000	5,9397	58,2481	18,3444	3,7136	32,5600	94,0600	0,4020	57,10	25,79
MV07-50	30	55,6568	0,4909	2,0369	2,9167	6,7796	66,4856	15,3363	5,0393	31,5100	95,2100	1,9240	57,10	25,79
MV07-75	56	56,1435	0,5640	1,7730	3,0600	7,3225	71,8096	12,1851	6,5371	31,1700	95,0100	15,8740	57,10	25,79
MV08-T	15	60,3214	0,3819	2,6183	0,8667	2,5721	25,2238	11,0290	1,4469	41,0900	96,1900	0,2030	47,49	13,90
MV08-25	20	60,6053	0,4671	2,1407	2,5333	6,9521	68,1767	21,7476	4,6440	37,1000	94,3700	0,4750	47,49	13,90
MV08-50	25	60,4587	0,4698	2,1286	2,7500	7,1748	70,3610	21,4888	5,4987	38,2800	94,4700	1,1560	47,49	13,90
MV08-75	38	61,2387	0,5129	1,9496	3,1667	7,9688	78,1474	20,7027	6,6176	39,5200	94,3600	3,2210	47,49	13,90
MV09-T	15	55,4883	0,3449	2,8993	0,8667	2,8730	28,1749	12,2158	1,5199	43,3600	93,6200	0,1980	58,75	16,96
MV09-25	22	58,3214	0,4603	2,1723	2,5167	7,4758	73,3127	28,1951	5,9356	41,3900	92,9800	0,7560	58,75	16,96
MV09-50	31	58,6896	0,5023	1,9908	3,1167	8,3755	82,1354	22,3504	6,9177	40,9700	92,8800	2,5690	58,75	16,96
MV09-75	49	58,5211	0,5410	1,8484	3,4000	8,7414	86,7234	17,2669	7,1052	41,0300	92,9100	10,2850	58,75	16,96
MV10-T	14	57,3853	0,3399	2,9424	0,7833	2,5775	25,2771	11,3745	1,4184	43,7900	94,2600	0,2050	57,41	16,31
MV10-25	20	62,4306	0,4425	2,2600	2,2667	6,7417	66,1132	20,1064	4,9480	42,1100	94,3700	0,6070	57,41	16,31
MV10-50	29	60,5398	0,4933	2,0271	2,8000	7,2900	71,4902	17,3132	5,3294	41,9100	94,0000	1,9650	57,41	16,31
MV10-75	44	62,0000	0,5331	1,8756	3,4167	7,9068	77,5390	16,9054	6,1212	42,0400	94,2600	7,0220	57,41	16,31
MV11-T	14	57,3105	0,3823	2,6158	0,6333	2,0752	20,3512	10,5133	1,3518	36,1400	96,2900	0,6200	66,46	28,54
MV11-25	27	55,2730	0,4850	2,0619	2,0667	6,2960	61,7429	16,6919	4,1517	36,4500	94,6600	1,2490	66,46	28,54
MV11-50	40	54,0437	0,5408	1,8491	2,6667	6,7846	66,5345	12,8908	4,8812	35,8300	94,4400	5,4220	66,46	28,54
MV11-75	59	53,0016	0,5847	1,7101	2,8833	7,4799	73,3628	11,0127	5,4583	35,3100	94,0700	25,6220	66,46	28,54
MV12-T	13	61,3354	0,3834	2,6083	0,9167	2,5948	25,4463	14,3258	1,4070	46,3600	93,9300	0,2110	52,07	14,98
MV12-25	20	62,5023	0,4484	2,2300	2,3667	6,3429	62,2027	22,1920	4,2520	44,9400	93,7300	0,5100	52,07	14,98
MV12-50	34	61,8970	0,4929	2,0290	3,1000	7,5537	74,0768	16,5279	5,3709	45,4400	93,5300	1,8590	52,07	14,98
MV12-75	58	62,0343	0,5324	1,8782	3,1167	7,4869	73,4217	13,3550	6,6594	45,6100	93,4500	6,5450	52,07	14,98

TABELA 12 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - Arranjo por Cozimento

conclusão

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV13-T	14	57,6381	0,3588	2,7869	0,7667	2,3989	23,5250	11,3246	1,3101	36,2800	94,7700	0,2380	55,20	29,60
MV13-28	19	51,9657	0,4189	2,3870	2,0167	6,8250	66,9306	19,6669	4,9443	36,6100	93,0900	0,4350	55,20	29,60
MV13-50	32	52,2028	0,4768	2,0974	2,7000	7,5944	74,4752	17,0724	5,5418	36,6300	93,6500	1,8550	55,20	29,60
MV13-76	49	52,1154	0,5021	1,9917	2,8167	8,0505	78,9480	16,2580	6,1344	37,0200	93,5400	7,8660	55,20	29,60
MV14-T	14	60,0125	0,3790	2,6383	1,2333	3,4112	33,4522	12,0270	1,6341	45,4100	93,7600	0,2140	49,18	14,12
MV14-28	21	60,6179	0,4606	2,1709	2,6833	7,4542	73,1008	23,9668	4,6831	43,0000	92,9800	0,5630	49,18	14,12
MV14-50	31	59,9813	0,5027	1,9891	3,2333	8,1581	80,0036	20,5088	5,3463	43,0100	93,0600	2,0360	49,18	14,12
MV14-76	50	60,2933	0,5288	1,8909	3,4000	8,6098	84,4333	18,8413	6,9367	42,9900	92,9700	6,9640	49,18	14,12
MV15-T	13	59,1170	0,3693	2,7079	0,6500	2,0487	20,0909	10,5105	1,0617	36,7900	94,6600	0,1940	54,71	24,60
MV15-28	17	54,5460	0,4235	2,3613	1,9167	6,3637	62,4064	18,9865	3,9194	37,1100	93,5600	0,3160	54,71	24,60
MV15-50	29	54,9641	0,4555	2,1956	2,5500	7,1886	70,4958	18,7269	5,2277	37,3000	93,7500	1,5890	54,71	24,60
MV15-76	45	55,3916	0,5237	1,9095	3,1333	8,1601	80,0231	15,1831	5,3821	36,8200	93,8200	9,1300	54,71	24,60
MV16-T	13	58,9922	0,3621	2,7616	0,4500	1,9513	19,1360	10,4263	1,0639	36,7000	95,2900	0,1990	53,19	24,99
MV16-28	20	57,8690	0,4156	2,4063	2,0333	6,3822	62,5884	22,3420	4,1010	35,9600	94,5200	0,3550	53,19	24,99
MV16-50	25	58,4774	0,4619	2,1651	2,4833	7,2583	71,1797	20,3923	4,8130	36,0200	94,6200	0,9320	53,19	24,99
MV16-76	42	59,7473	0,4998	2,0009	2,8167	7,6098	74,6270	16,4923	5,4985	36,4900	94,7700	4,5080	53,19	24,99
MV17-T	13	59,2949	0,3510	2,8486	0,5667	2,4210	23,7420	8,8913	1,2404	34,3000	95,1500	0,1990	50,91	23,63
MV17-28	18	55,1295	0,4484	2,2302	2,2833	7,3121	71,7074	20,9476	4,5894	33,5500	93,8100	0,4020	50,91	23,63
MV17-50	28	55,8315	0,4963	2,0148	2,9167	8,1674	80,0951	19,1104	5,6383	33,4800	94,2400	1,7940	50,91	23,63
MV17-76	48	55,9688	0,5359	1,8659	3,2600	8,8144	86,4401	16,1479	6,9924	33,7500	94,2600	7,3660	50,91	23,63
MÉDIA		58,1113	0,4671	2,1899	2,3177	6,2875	61,6597	16,5562	4,4285	37,6784	94,2134	3,8904	54,3259	20,9382
DESVIO PADRÃO		3,2264	0,0705	0,3358	0,9474	2,2450	22,0164	4,5326	1,9200	3,7285	0,7564	7,4443	5,3029	5,7207
MAIOR VALOR		63,6693	0,6906	2,9424	3,6833	9,2252	90,4686	28,1951	7,1618	46,3600	95,9500	47,7780	66,4600	29,6000
MENOR VALOR		51,9657	0,3399	1,4480	0,4500	1,9513	19,1360	8,7095	0,9766	31,1700	92,8800	0,1940	44,5400	13,4800

TABELA 13A - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - Refino Zero

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV01-T	16	60,2627	0,3659	2,7333	0,8000	2,0779	20,3774	9,1666	0,9766	35,9600	95,0100	0,4030	69,81	27,66
MV02-T	16	61,0484	0,4078	2,4526	1,2667	3,8010	37,2754	13,1594	1,9758	38,6800	95,0000	0,2540	60,78	18,16
MV03-T	14	59,0016	0,4166	2,4006	0,8367	2,5400	24,9093	10,3183	1,3297	33,4300	95,3700	0,5270	68,58	26,31
MV04-T	14	61,2899	0,3933	2,6427	1,3333	3,5790	35,0983	14,6484	1,8727	39,6800	95,2900	0,2290	49,35	13,48
MV06-T	13	59,8752	0,3733	2,6786	0,6667	2,2781	22,3403	11,3208	1,0155	34,4000	95,6400	0,3670	68,01	24,12
MV06-T	14	61,3885	0,3970	2,6187	1,3667	3,6011	35,3148	13,8022	1,9489	38,6600	95,2400	0,2390	44,54	13,80
MV07-T	13	61,0109	0,3706	2,6984	0,7167	2,1810	21,3886	11,5216	1,0769	33,8700	95,9600	0,4550	67,10	26,79
MV08-T	16	60,3214	0,3819	2,6183	0,8667	2,5721	25,2238	11,0290	1,4469	41,0900	95,1900	0,2030	47,49	13,90
MV09-T	16	55,4883	0,3449	2,8993	0,8667	2,8730	28,1749	12,2158	1,5199	43,3600	93,6200	0,1980	68,75	16,96
MV10-T	14	57,3853	0,3399	2,9424	0,7833	2,5775	25,2771	11,3745	1,4184	43,7900	94,2600	0,2050	67,41	16,31
MV11-T	14	67,3105	0,3823	2,6158	0,6333	2,0752	20,3512	10,5133	1,3518	36,1400	95,2900	0,6200	68,46	28,54
MV12-T	13	61,3354	0,3834	2,6083	0,9167	2,5948	25,4463	14,3258	1,4070	46,3600	93,9300	0,2110	62,07	14,98
MV13-T	14	67,6381	0,3588	2,7869	0,7667	2,3989	23,5250	11,3246	1,3101	36,2800	94,7700	0,2380	65,20	29,60
MV14-T	14	60,0125	0,3790	2,6383	1,2333	3,4112	33,4522	12,0270	1,6341	46,4100	93,7600	0,2140	49,18	14,12
MV16-T	13	69,1170	0,3693	2,7079	0,6500	2,0487	20,0909	10,5105	1,0617	36,7900	94,6500	0,1940	64,71	24,60
MV16-T	13	58,9922	0,3621	2,7616	0,4500	1,9513	19,1360	10,4263	1,0639	36,7000	95,2900	0,1990	63,19	24,99
MV17-T	13	59,2949	0,3510	2,8486	0,5667	2,4210	23,7420	8,8913	1,2404	34,3000	95,1600	0,1990	60,91	23,63
MÉDIA		59,4554	0,3751	2,6736	0,8659	2,6460	25,9484	11,5633	1,3912	38,5647	94,9065	0,2915	54,33	20,94
DESVIO PADRÃO		1,6934	0,0210	0,1492	0,2755	0,5984	5,8681	1,6531	0,3188	4,1440	0,6604	0,1328	5,43	5,85
MAIOR VALOR	16,0000	61,3885	0,4166	2,9424	1,3667	3,8010	37,2754	14,6484	1,9758	46,3600	95,9600	0,6200	66,46	29,60
MENOR VALOR	13,0000	55,4883	0,3399	2,4006	0,4500	1,9513	19,1360	8,8913	0,9766	33,4300	93,6200	0,1940	44,54	13,48

TABELA 13B - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - Refino 25

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV01-25	24	52,6771	0,4941	2,0238	2,4667	7,0704	69,3367	13,5828	5,1568	34,1000	93,1700	1,1050	59,81	27,56
MV02-25	21	58,5803	0,4671	2,1410	2,6667	7,5566	74,1047	20,6779	5,9094	36,7700	93,8200	0,6380	50,78	18,16
MV03-25	22	52,9735	0,4605	2,1717	1,9667	6,4771	63,5184	17,8904	4,5355	36,2400	93,8000	0,6560	58,58	25,31
MV04-25	19	59,9220	0,4681	2,1455	2,7167	7,3132	71,7177	22,6239	5,1879	37,4300	93,9700	0,4900	49,35	13,48
MV05-25	19	52,8300	0,4307	2,3220	1,7833	5,8637	57,5034	17,7014	3,7497	33,5400	94,2400	0,3530	58,01	24,12
MV06-25	21	63,4477	0,4659	2,1462	2,6667	7,1100	69,7253	23,0484	5,1160	36,2800	94,7300	0,5410	44,54	13,90
MV07-25	21	54,3994	0,4380	2,2934	2,0000	5,9397	58,2481	18,3444	3,7136	32,5600	94,0800	0,4020	57,10	25,79
MV08-25	20	60,6053	0,4671	2,1407	2,5333	6,9521	68,1767	21,7475	4,6440	37,1000	94,3700	0,4750	47,49	13,90
MV09-25	22	58,3214	0,4603	2,1723	2,5167	7,4758	73,3127	28,1951	5,9358	41,3900	92,9800	0,7560	58,75	16,96
MV10-25	20	62,4306	0,4425	2,2600	2,2667	6,7417	66,1132	20,1064	4,9480	42,1100	94,3700	0,6070	57,41	16,31
MV11-25	27	55,2730	0,4850	2,0619	2,0667	6,2960	61,7429	16,6919	4,1517	36,4500	94,6800	1,2490	66,46	28,54
MV12-25	20	62,5023	0,4484	2,2300	2,3667	6,3429	62,2027	22,1920	4,2520	44,9400	93,7300	0,5100	52,07	14,98
MV13-25	19	51,9657	0,4189	2,3870	2,0167	6,8250	66,9306	19,5659	4,9443	36,6100	93,0900	0,4350	55,20	29,60
MV14-25	21	60,5179	0,4606	2,1709	2,6833	7,4542	73,1008	23,9568	4,6831	43,0000	92,9800	0,5630	49,18	14,12
MV15-25	17	54,5460	0,4235	2,3613	1,9167	6,3637	62,4064	18,9855	3,9194	37,1100	93,5800	0,3160	54,71	24,60
MV16-25	20	57,8690	0,4156	2,4063	2,0333	6,3822	62,5884	22,3420	4,1010	35,9600	94,5200	0,3550	53,19	24,99
MV17-25	18	55,1295	0,4484	2,2302	2,2833	7,3121	71,7074	20,9476	4,5894	33,5500	93,8100	0,4020	50,91	23,63
MÉDIA		57,2936	0,4524	2,2155	2,2912	6,7927	66,6139	20,5059	4,6787	37,3612	93,8741	0,5796	54,33	20,94
DESVIO PADRÃO		3,8380	0,0223	0,1101	0,3106	0,5435	5,3304	3,3088	0,6667	3,5098	0,5744	0,2557	5,43	5,85
MAIOR VALOR	27,0000	63,4477	0,4941	2,4063	2,7167	7,5566	74,1047	28,1951	5,9366	44,9400	94,7300	1,2490	66,46	29,80
MENOR VALOR	17,0000	51,9657	0,4156	2,0238	1,7833	5,8637	57,5034	13,5826	3,7136	32,5600	92,9800	0,3160	44,54	13,48

TABELA 13C - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - **Refino 50**

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV01-50	38	53,1232	0,5640	1,7730	3,0833	7,8308	76,7944	11,1056	5,6488	37,1300	93,0900	12,0840	59,81	27,56
MV02-50	28	59,3042	0,4849	2,0621	3,2667	8,5810	84,1504	19,6847	6,6310	36,4300	93,9700	1,8480	50,78	18,16
MV03-50	35	52,8924	0,5182	1,9296	2,7500	7,5206	73,7515	14,8326	5,5437	35,5200	94,1000	3,4300	58,58	25,31
MV04-50	28	60,2777	0,4940	2,0245	3,3833	8,5604	83,9487	23,8440	6,4263	37,2400	94,2400	1,6300	49,35	13,48
MV05-50	29	58,8112	0,4786	2,0894	2,7667	6,8165	66,8470	17,5019	4,6189	32,6100	95,2300	1,4120	58,01	24,12
MV06-50	29	63,6893	0,4837	2,0672	3,2000	7,6856	75,3695	22,9682	6,1148	36,3900	94,6500	1,5330	44,54	13,90
MV07-50	30	55,6568	0,4909	2,0369	2,9167	6,7796	66,4856	15,3363	5,0393	31,5100	95,2100	1,9240	57,10	25,79
MV08-50	25	60,4587	0,4698	2,1286	2,7500	7,1748	70,3610	21,4888	5,4987	38,2800	94,4700	1,1580	47,49	13,90
MV09-50	31	58,6895	0,5023	1,9908	3,1167	8,3755	82,1354	22,3504	6,9177	40,9700	92,8800	2,5690	58,75	16,96
MV10-50	29	60,5398	0,4933	2,0271	2,8000	7,2900	71,4902	17,3132	5,3294	41,9100	94,0000	1,9650	57,41	16,31
MV11-50	40	54,0437	0,5408	1,8491	2,6667	6,7846	66,5345	12,8908	4,8812	35,8300	94,4400	5,4220	66,46	28,54
MV12-50	34	61,8970	0,4929	2,0290	3,1000	7,5637	74,0768	16,5279	5,3709	45,4400	93,5300	1,8590	52,07	14,98
MV13-50	32	52,2028	0,4768	2,0974	2,7000	7,5944	74,4752	17,0724	5,5418	36,6300	93,6500	1,8550	55,20	29,60
MV14-50	31	59,9813	0,5027	1,9891	3,2333	8,1581	80,0036	20,5088	5,3463	43,0100	93,0600	2,0360	49,18	14,12
MV15-50	29	54,9641	0,4555	2,1956	2,5500	7,1886	70,4958	18,7269	5,2277	37,3000	93,7500	1,5890	54,71	24,60
MV16-50	25	58,4774	0,4619	2,1651	2,4833	7,2583	71,1797	20,3923	4,8130	36,0200	94,6200	0,9320	53,19	24,99
MV17-50	28	55,8315	0,4963	2,0148	2,9167	8,1674	80,0951	19,1104	5,6383	33,4800	94,2400	1,7940	50,91	23,63
MÉDIA		57,6953	0,4945	2,0276	2,9226	7,6070	74,5997	18,3327	5,5640	37,3941	94,0665	2,6493	54,33	20,94
DESVIO PADRÃO		3,4366	0,0270	0,1055	0,2675	0,5970	5,8544	3,5283	0,6368	3,6533	0,6902	2,6391	5,43	5,85
MAIOR VALOR	40,0000	63,6893	0,5640	2,1956	3,3833	8,5810	84,1504	23,8440	6,9177	45,4400	95,2300	12,0840	66,46	29,60
MENOR VALOR	25,0000	52,2028	0,4555	1,7730	2,4833	6,7796	66,4856	11,1056	4,6189	31,5100	92,8800	0,9320	44,54	13,48

TABELA 13D - RESUMO PARCIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Mauritia vinifera* Martius - **Refino 75**

Tratamentos (Cozto/Refinos)	RESULTADOS													
	Grau Schopper Riegler (°SR)	Gramatura (g/m²)	Densidade Aparente/PEA (g/cm³)	Volume Específico Aparente -VEA (cm³/g)	Alongamento (%)	Comprimento De Auto-ruptura (km)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Estouro (kPa.m²/g)	Alvura %	Opacidade %	Porosidade s/100cm²ar	Rendimento (%)	Nº Kappa
MV01-75	70	54,0468	0,6276	1,5936	2,8833	7,5161	73,7076	8,7095	6,4618	35,5000	93,2000	47,7780	59,81	27,56
MV02-75	43	59,0172	0,5247	1,9059	3,6833	9,2252	90,4686	18,3979	7,1618	36,3200	93,8300	7,7690	50,78	18,16
MV03-75	60	54,0468	0,5629	1,7764	3,1333	8,2808	81,2074	12,6578	6,2699	36,3600	94,1400	23,6210	58,58	25,31
MV04-75	36	61,2324	0,5172	1,9335	3,6167	8,9360	87,6226	20,6023	6,6624	36,9600	94,2200	4,2920	49,35	13,48
MV06-75	52	60,5647	0,6906	1,4480	2,9833	7,2319	70,9210	13,0572	6,6672	32,3400	95,3500	13,8340	58,01	24,12
MV06-75	41	60,6490	0,5060	1,9765	3,6000	8,4347	82,7167	21,2144	6,8074	36,4700	93,9500	3,2230	44,54	13,90
MV07-75	56	56,1435	0,5640	1,7730	3,0600	7,3226	71,8096	12,1851	6,5371	31,1700	95,0100	16,8740	57,10	25,79
MV08-75	38	61,2387	0,5129	1,9496	3,1667	7,9688	78,1474	20,7027	6,5176	39,5200	94,3600	3,2210	47,49	13,90
MV09-75	49	58,5211	0,5410	1,8484	3,4000	8,7414	85,7234	17,2669	7,1062	41,0300	92,9100	10,2860	58,75	16,96
MV10-75	44	62,0000	0,5331	1,8756	3,4167	7,9068	77,6390	16,9054	6,1212	42,0400	94,2600	7,0220	57,41	16,31
MV11-75	59	53,0016	0,6847	1,7101	2,8833	7,4799	73,3628	11,0127	6,4683	35,3100	94,0700	26,6220	66,46	28,54
MV12-75	58	62,0343	0,5324	1,8782	3,1167	7,4869	73,4217	13,3550	6,6694	45,6100	93,4500	6,5460	52,07	14,98
MV13-75	49	52,1154	0,5021	1,9917	2,8167	8,0605	78,9480	16,2580	6,1344	37,0200	93,5400	7,6660	55,20	29,60
MV14-75	50	60,2933	0,5288	1,8909	3,4000	8,6098	84,4333	18,8413	6,9367	42,9900	92,9700	6,9540	49,18	14,12
MV15-75	45	55,3916	0,5237	1,9095	3,1333	8,1601	80,0231	15,1831	6,3821	36,8200	93,8200	9,1300	54,71	24,60
MV16-75	42	59,7473	0,4998	2,0009	2,8167	7,6098	74,6270	16,4923	6,4986	36,4900	94,7700	4,5080	53,19	24,99
MV17-75	48	55,9688	0,5369	1,8659	3,2600	8,8144	86,4401	16,1479	6,9924	33,7500	94,2600	7,3660	50,91	23,63
MÉDIA		58,0007	0,5463	1,8428	3,1912	8,1044	79,4770	15,8229	6,0802	37,3935	94,0065	12,0411	54,33	20,94
DESVIO PADRÃO		3,3696	0,0494	0,1464	0,2746	0,6149	6,0301	3,5934	0,5907	3,7766	0,6727	11,2863	5,43	5,85
MAIOR VALOR	70,0000	62,0343	0,6906	2,0009	3,6833	9,2252	90,4686	21,2144	7,1618	46,6100	96,3600	47,7780	66,46	29,60
MENOR VALOR	36,0000	52,1154	0,4998	1,4480	2,8167	7,2319	70,9210	8,7095	5,3821	31,1700	92,9100	3,2210	44,54	13,48

FIGURA 14A - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Mauritia vinifera* Martius.

Propriedade de Tração e Arrebentamento: A. Cozimento 2/Refino T (MV2-T) - 200X; B. Cozimento 2/Refino T (MV2-T) - 800X; C. Cozimento 2/Refino 25 (MV2-25) - 200X; D. Cozimento 2/Refino 25 (MV2-25) - 800X.

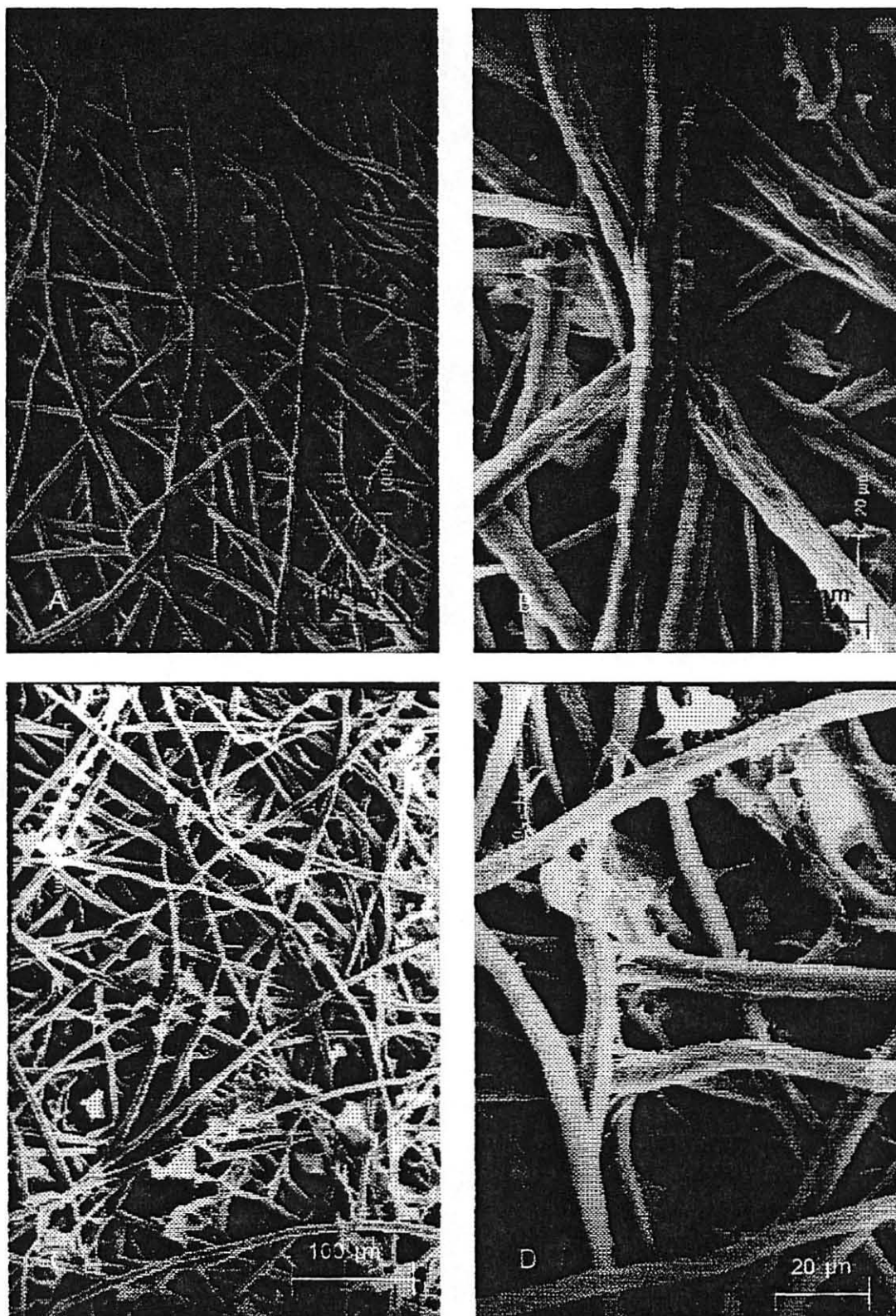


FIGURA 14B - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Mauritia vinifera* Martius.

Propriedade de Tração e Arrebentamento: E. Cozimento 2/Refino 50 (MV2-50) - 200X; F. Cozimento 2/Refino 50 (MV2-50) - 800X; G. Cozimento 2/Refino 75 (MV2-75) - 200X; H. Cozimento 2/Refino 75 (MV2-75) - 800X.

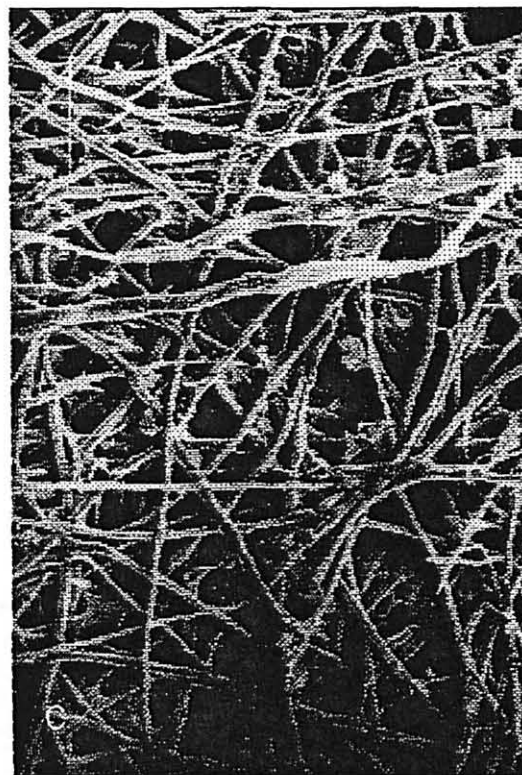
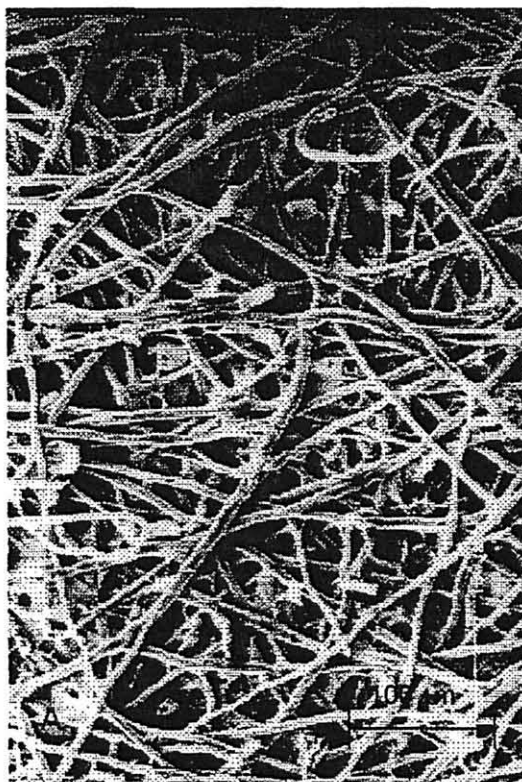


FIGURA 15A - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Mauritia vinifera* Martius.

Propriedade de Rasgo: A. Cozimento 9/Refino T (MV9-T) - 200X; B. Cozimento 9/Refino T (MV9-T) - 800X;
C. Cozimento 9/Refino 25 (MV9-25) - 200X; D. Cozimento 9/Refino 25 (MV9-25) - 800X.

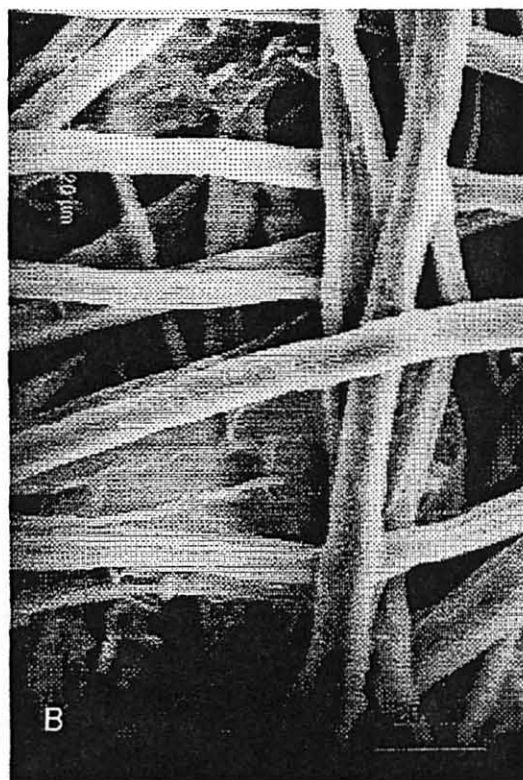
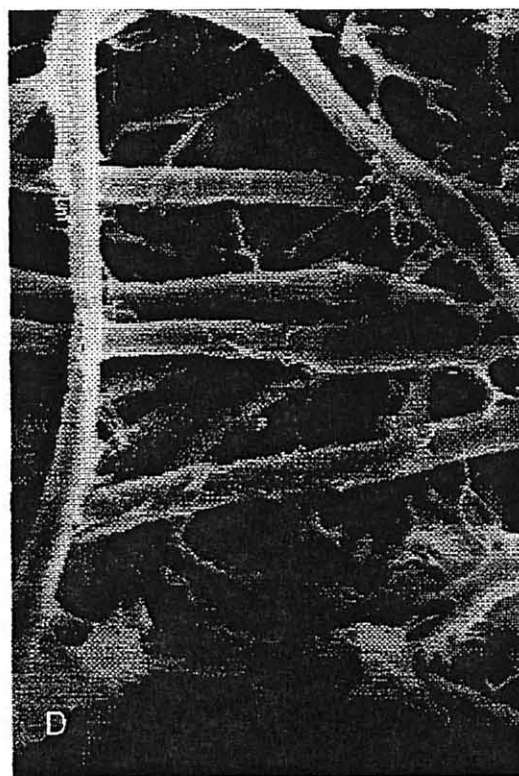
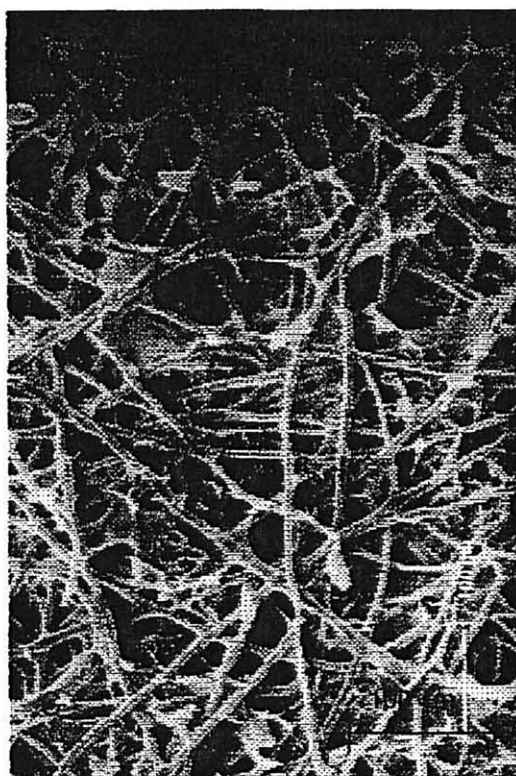


FIGURA 15B - MICROSCOPIA DE VARREDURA (MEV) DE *Mauritia vinifera* Martius.

Propriedade de Rasgo: A. Cozimento 9/Refino 50 (MV9-50) - 200X; B. Cozimento 9/Refino 50 (MV9-50) - 800X;
C. Cozimento 9/Refino 75 (MV9-75) - 200X; D. Cozimento 9/Refino 75 (MV9-75) - 800X.



4.4.4.5. Opacidade

Os 16 melhores valores para a opacidade de *Mauritia vinifera* se encontraram no refino zero, isto é, na celulose não refinada (testemunha) e somente um valor se encontrou no refino de 25 minutos. Esta propriedade foi a que se mostrou mais uniforme e constante em todos os experimentos durante os refinamentos, não apresentando grandes variações no seu valor. O maior valor (95,95 %) ocorreu no cozimento 7 (MV07-T) e o menor valor (93,95%) no cozimento 9 (MV09-T), e a média ficou em 94,91%.

Devido aos melhores valores para a opacidade de *Bactris inundata* se encontrarem dispersos nos diferentes refinamentos a sua análise foi global. O maior valor (97,85 %) ocorreu no cozimento 7 (BI07-T) e o menor valor (93,45%) no cozimento 12 (BI12-40) e a média geral ficou em 96,13%. Estes valores estão compatíveis com os encontrados pelo AZZINI, NAGAI e CHIARAMELLO (1978) para *Bambusa vulgaris*.

4.4.4.6. Alvura

A maioria (12) dos melhores valores da propriedade de alvura de *Mauritia vinifera* e o seu maior valor, em todos os experimentos, ocorrem no refino zero. O seu maior valor (46,36%) ocorre no cozimento 12 (MV12-T) e o menor valor (33,87%) no cozimento 7 (MV07-T). A média nesse refino foi de 38,56%.

Mais da metade (9) dos melhores valores para a alvura de *Bactris inundata* ocorreram no refino zero, assim como seu maior valor. O maior valor (46,36%) ocorreu no cozimento 12 (BI12-T), e o menor (27,39%) no cozimento 11 (BI11-T) e a média geral encontrada foi de 33,54%. Estes valores são bem superiores aos valores encontrados pelo AZZINI, NAGAI e CHIARAMELLO (1978) para o *Bambusa vulgaris* que apresentou uma variação de para esta propriedade de 17,8-25,1%.

4.5. DELINEAMENTO CENTRAL COMPOSTO

A seguir estão apresentados os resultados obtidos em *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* para cada uma das 8 variáveis observadas nos experimentos. Os dados utilizados destas variáveis (propriedades) em todas as análises foram baseados nos maiores valores tabelados encontrados para o respectivo grau de refino. Estes valores estão exaustivamente expostos no item “4.4 Produção de Celulose”, deste trabalho.

4.5.1 Alvura

Bactris inundata

Para *Bactris inundata* o modelo de superfície mais adequado foi encontrado no refino 0 (zero) (BI-T), e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. No QUADRO 6 a seguir é apresentado a Análise de Variância.

QUADRO 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALVURA EM *Bactris inundata* Martius

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	174,768	174,768	8,41	0,011
Resíduo	15	311,835	20,789		
Total	16	486,602			

Com um $R^2 = 0,3592$. Desta forma o modelo é representado pela seguinte expressão:

$$Y = 33,77 + 3,5847 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(23,1416; 39,4579) para o intercepto

(0,2571; 7,4267) para o efeito do Álcali.

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície é definida em um espaço bi-dimensional. O valor de R^2 informa que o modelo consegue explicar apenas 36% da variabilidade total do processo.

Como se trata de uma reta, o maior valor estimado pelo modelo é obtido no seu ponto mais alto, não sendo possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente. Diferentemente de um modelo que apresenta uma curvatura, pois neste caso é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

O maior valor estimado pelo modelo, então é dado quando o Álcali Ativo vale 1,67332. Isto equivale a um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em um valor de alvura igual a 39,7685%.

Mauritia vinifera

Para *Mauritia vinifera*, da mesma forma que para *Bactris inundata*, o melhor modelo de superfície foi encontrado no refino 0 (zero) (MV-T), e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. A seguir, no QUADRO 7, apresenta-se a Análise de Variância.

QUADRO 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALVURA EM *Mauritia vinifera* Mauritia

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	107,586	107,586	9,65	0,0072
Resíduo	15	167,185	11,1456		
Total	16	274,771			

Com um $R^2 = 0,3915$. Desta forma o modelo é dado por

$$Y = 38,5647 + 2,8126 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(35,43; 45,91) para o intercepto

(0,3454; 5,279) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície é definida em um espaço bi-dimensional.

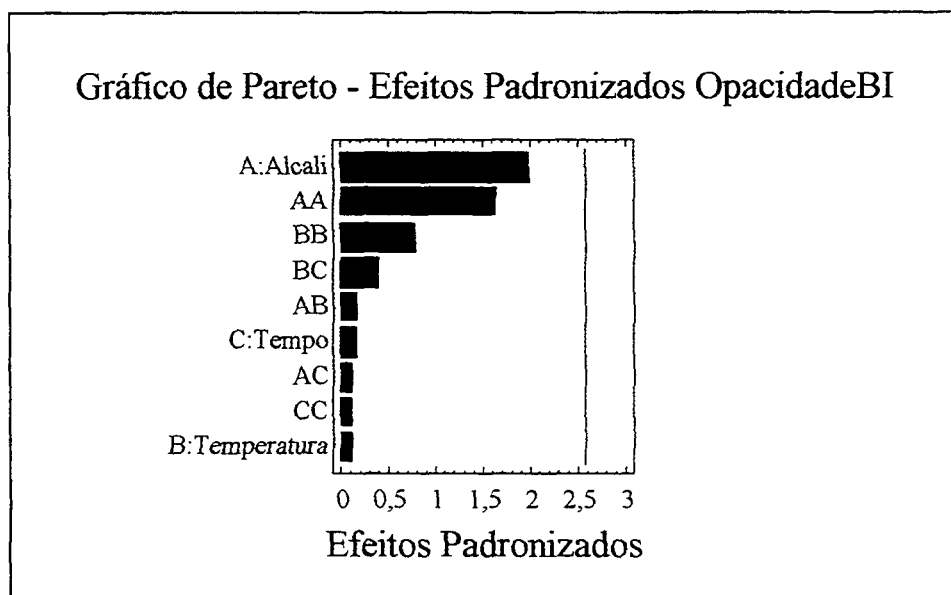
Neste caso o R^2 foi um pouco maior, mas ainda não corresponde a um bom ajuste. Da mesma forma que para *B. inundata*, o maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta, não sendo possível, dessa forma, constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente. Da mesma forma, diferentemente de um modelo que apresenta uma curvatura, pois neste caso é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

O maior valor estimado pelo modelo, então é dado quando o Álcali vale 1,67332. Isto equivale a um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em uma alvura igual a 43,2711%.

4.5.2. Opacidade

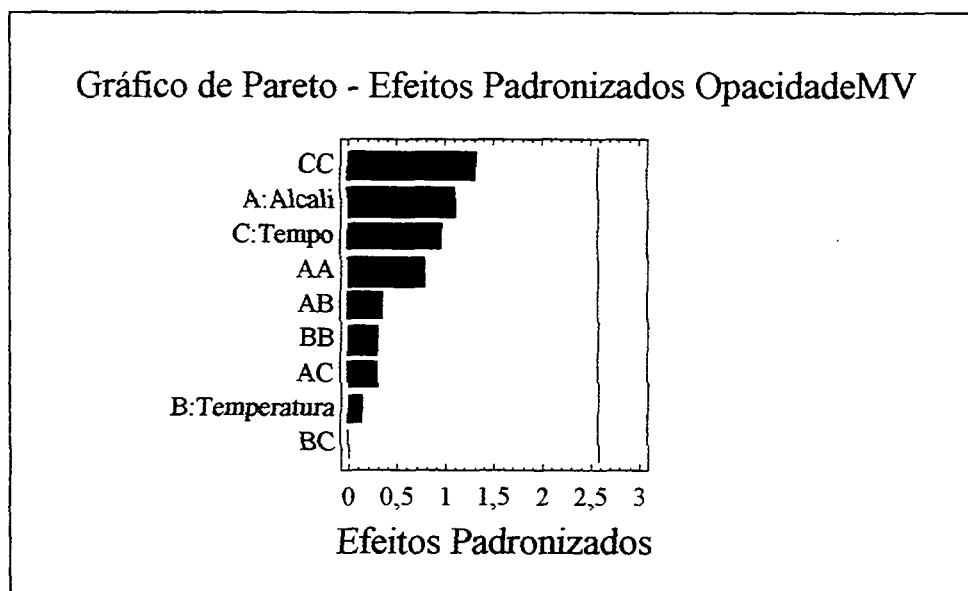
Para a opacidade, tanto para *B. inundata* como para *M. vinifera*, nenhum modelo foi significativo. No GRÁFICO 1, através do gráfico de Pareto, estão representados os efeitos padronizados da opacidade para *B. inundata* no refino de 30 minutos (BI-30).

GRÁFICO 1 - EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL OPACIDADE EM *Bactris inundata* Martius



No gráfico anterior a linha tracejada indica o limite para que um fator seja significativo. Observa-se que todos os fatores têm efeitos inferiores a esta linha implicando que nenhum deles tem relevância para o modelo. O mesmo pode ser observado no GRÁFICO 2 dos efeitos padronizados para *Mauritia vinifera* no refino zero (MV-T).

GRÁFICO 2 - EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL OPACIDADE EM *Mauritia vinifera* Martius

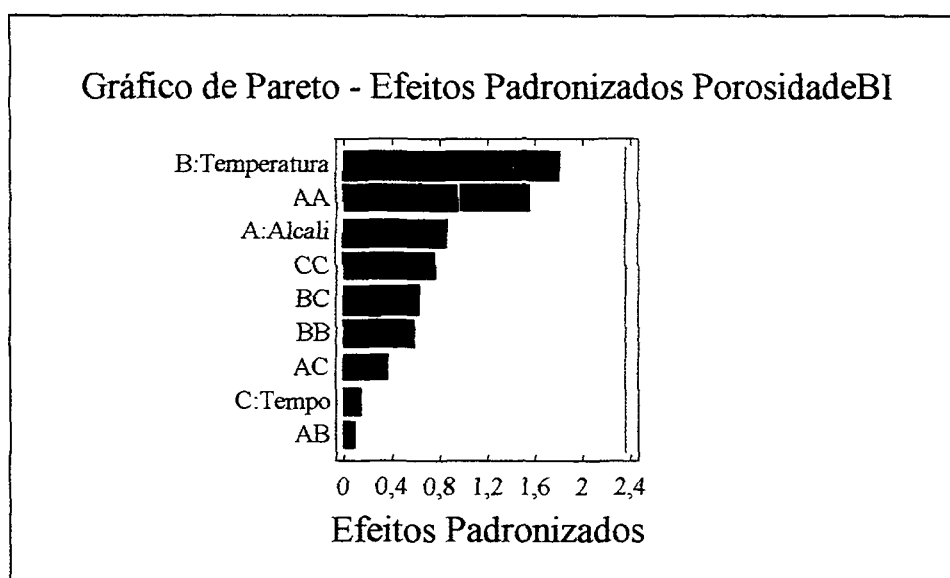


4.5.3. Porosidade

Bactris inundata

A porosidade foi outra variável que não foi encontrado nenhum modelo significativo para *B. inundata*. Todos os fatores analisados que poderiam apresentar alguma significância, apresentam efeitos inferiores ao limites da linha de significância. No GRÁFICO 3 estão representados os efeitos padronizados da porosidade de acordo com o gráfico de Pareto para o refino de 75 minutos (BI-75).

GRÁFICO 3 - EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL POROSIDADE EM *Bactris inundata* Martius



Mauritia vinifera

Para *M. vinifera*, ao contrário do que ocorreu para *B. inundata*, o melhor modelo de superfície foi encontrado no refino zero (MV-T) e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. A seguir, no QUADRO 8, apresenta-se a Análise de Variância:

QUADRO 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA POROSIDADE EM *Mauritia vinifera* Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Álcali</i>	1	964,56	964,56	13,48	0,0023
<i>Resíduo</i>	15	1.073,53	71,569		
<i>Total</i>	16	2.038,19			

Com um $R^2 = 0,4733$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 12,0411 - 8,4216 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(1,183; 16,92) para o intercepto

(-12,6844; -4,1588) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície será definida em um espaço bi-dimensional. Neste caso, o R^2 foi um pouco maior, mas ainda não corresponde a um bom ajuste.

Novamente o maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta, e da mesma forma, não é possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente. Diferentemente, mais uma vez, de um modelo que apresenta uma curvatura, que é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

Neste caso o maior valor estimado pelo modelo é dado quando o Álcali Ativo vale -1,67332, uma vez que a reta tem inclinação negativa. Corresponde a um nível de Álcali equivalente a 8,32% resultando em uma porosidade igual a 26,1332 s/100cm³ar.

4.5.4. Índice de Tração

Bactris inundata

Esta é uma das variáveis mais importantes que foram medidas pois está diretamente relacionada com a resistência física do papel. O melhor modelo de superfície foi encontrado no refino de 40 minutos (BI-40) e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. A seguir, no QUADRO 9, apresenta-se a Análise de Variância.

QUADRO 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE TRAÇÃO EM *Bactris inundata* .Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Álcali	1	982,855	982,855	4,74	0,0458
Resíduo	15	3.109,31	207,287		
Total	16	4.092,16			

Com um $R^2 = 0,2402$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 60,9328 - 8,5011 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(35,235; 86,669) para o intercepto

(3,6098; 20,612) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície será definida em um espaço bi-dimensional.

Importante notar que, neste caso, o R^2 foi muito baixo e o efeito do álcali foi significativo, entretanto muito próximo ao nível de significância de 5%.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta, não sendo neste caso, possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo,

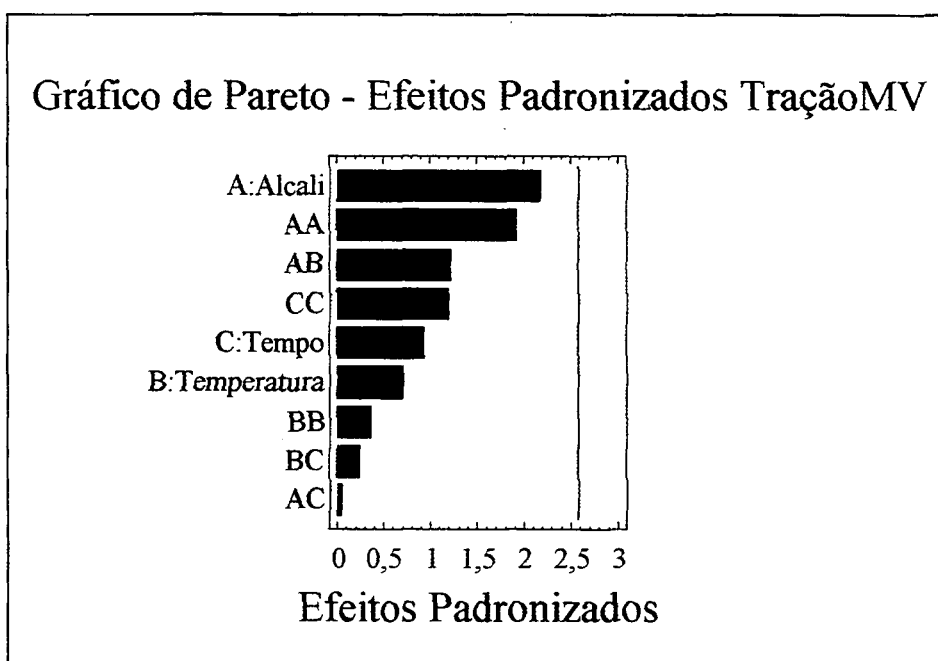
tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente. Diferentemente de um modelo que apresenta uma curvatura, pois neste caso é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

O maior valor estimado pelo modelo, então é dado quando o Álcali Ativo vale 1,67332, implicando em um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em um índice de tração igual a 75,1578 N.m/g.

Mauritia vinifera

Para a *M. vinifera* não foi encontrado nenhum modelo significativo para esta propriedade. A seguir, no GRÁFICO 4, apresenta-se o gráfico dos efeitos padronizados para a tração de acordo com o gráfico de Pareto (MV-75). Percebe-se nitidamente, pelo gráfico, que nenhum efeito teve significância para esta variável.

GRÁFICO 4 - EFEITO DE CADA FATOR PARA A VARIÁVEL ÍNDICE DE TRAÇÃO EM *Mauritia vinifera* Martius



4.5.5. Índice de Rasgo

Bactris inundata

O melhor modelo de superfície de *B. inundata* para esta variável, foi encontrado no refino a 10 minutos (BI-10), e é definido por uma reta com dois fatores significativos: o Álcali Ativo e a Temperatura Máxima. A seguir, no QUADRO 10, apresenta-se a Análise de Variância.

QUADRO 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE RASGO EM *Bactris inundata* Martius

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	157,068	157,068	21,88	0,0004
Temperatura	1	46,0389	46,0389	6,41	0,0239
Resíduo	14	100,518	7,1799		
Total	16	303,625			

Com um $R^2 = 0,6689$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 21,0991 + 3,3984 \cdot \text{Álcali} + 1,8399 \cdot \text{Temperatura}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(15,722; 23,629) para o intercepto

(1,5364; 5,2604) para o efeito do Álcali

(0,0221; 3,7019) para o efeito da Temperatura

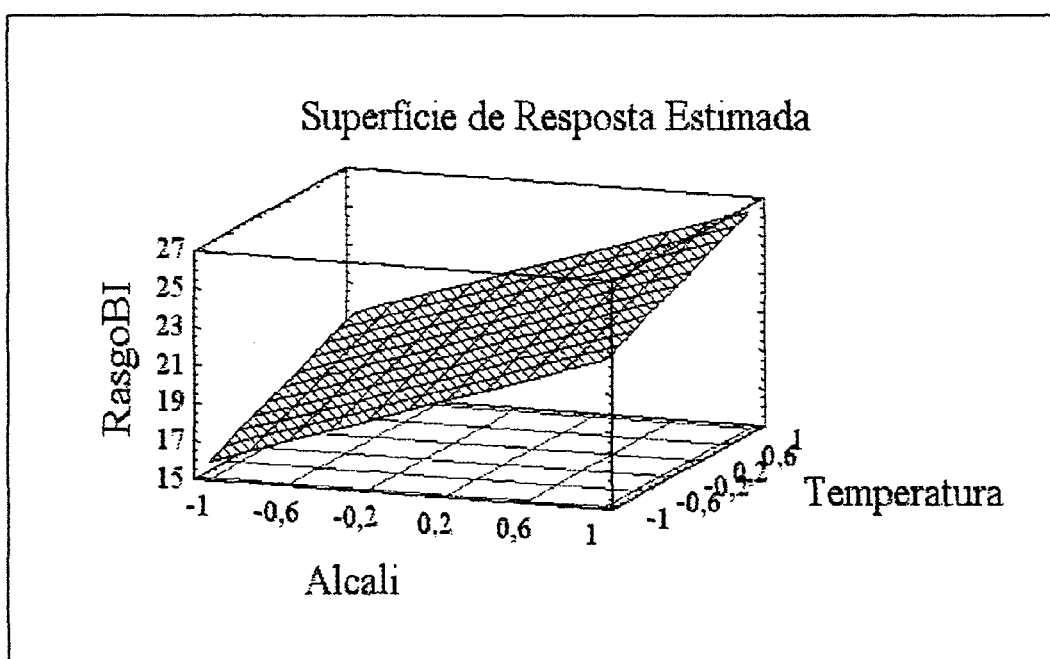
Neste caso temos dois fatores significativos, assim sua superfície será definida em um espaço tri-dimensional. O R^2 encontrado foi um dos mais altos significando um poder razoável de explicação

Apesar de existirem dois fatores significativos, o modelo continua sendo uma reta pois não existe nenhum efeito quadrático significativo e o maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta. Infelizmente continua não sendo possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento

crescente como decrescente. Diferentemente de um modelo que apresenta uma curvatura, pois neste caso é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

O maior valor estimado pelo modelo, então, é dado quando o Álcali vale 1,67332 e a Temperatura 1,67332, implicando em um nível de Álcali igual a 11,67% e uma Temperatura de 174°C resultando em um índice de rasgo igual a 29,8664mN.m²/g. A superfície obtida é mostrada no GRÁFICO 5.

GRÁFICO 5 - SUPERFÍCIE DE RESPOSTA ESTIMADA PARA A VARIÁVEL ÍNDICE DE RASGO EM *Bactris inundata* Martius



No gráfico acima apenas pode-se confirmar o comportamento retilíneo e o maior valor estimado pelo modelo localizado nos níveis máximos de Álcali e Temperatura.

Mauritia vinifera

No caso de *M. vinifera* o melhor modelo de superfície foi encontrado no refino 25 (MV-25), e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 11.

QUADRO 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE RASGO EM *Mauritia vinifera* Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Álcali</i>	1	65,2196	65,2196	8,90	0,0093
<i>Resíduo</i>	15	109,955	7,3303		
<i>Total</i>	16	175,175			

Com um $R^2 = 0,3723$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 20,5059 + 2,1898 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(19,631; 26,684) para o intercepto

(0,5291; 3,851) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície será definida em um espaço bi-dimensional.

Já para *M. vinifera* o R^2 foi menor, não implicando em um modelo com um bom ajuste.

Novamente o maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta, não sendo possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente.

O maior valor estimado pelo modelo então é dado quando o Álcali vale 1,67332. Isto equivale a um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em um índice de rasgo igual a 24,1702 mN.m²/g.

4.5.6. Índice de Estouro

Bactris inundata

O melhor modelo de superfície foi encontrado no refino igual a 30 (BI-30), e é definido por uma reta onde apenas o Álcali Ativo foi significativo. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 12.

QUADRO 12 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE ESTOURO EM *Bactris inundata* Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Álcali</i>	1	7,6158	7,6158	38,57	0,0000
<i>Resíduo</i>	15	2,9619	0,1975		
<i>Total</i>	16	10,5777			

Com um $R^2 = 0,7199$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 3,4456 + 0,7483 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(2,5459; 3,4746) para o intercepto

(0,5296; 0,9669) para o efeito do Álcali

Aqui ocorreu algo interessante: foi o único modelo com apenas um fator significativo que apresentou um alto poder de explicação. O R^2 encontrado aqui foi um dos mais altos significando um bom ajuste.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta. IContinua não sendo possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente.

O maior valor estimado pelo modelo, então, é dado quando o Álcali vale 1,67332, implicando em um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em um índice de estouro igual a 4,6978 kPa.m²/g.

Mauritia vinifera

Para *M. vinifera* obteve-se também um modelo de reta com apenas o fator Álcali significativo encontrado no refino 75 (MV-75), entretanto com um poder de explicação muito inferior. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 13.

QUADRO 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE ESTOURO EM *Mauritia vinifera* Martius

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	1,5288	1,5288	5,66	0,0311
Resíduo	15	4,0537	0,2702		
Total	16	5,5825			

Com um $R^2 = 0,2739$. Desta forma o modelo é dado

$$Y = 6,0802 + 0,3353 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(5,471; 7,246) para o intercepto

(0,0828; 0,7534) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície será definida em um espaço bi-dimensional.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta. Infelizmente não é possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente. Diferentemente de um modelo que apresenta uma curvatura, pois neste caso é possível constatar que em torno do maior valor estimado pelo modelo não existe outro maior.

O maior valor estimado pelo modelo, então é dado quando o Álcali Ativo vale 1,67332. Isto equivale a um nível de Álcali igual a 11,67% resultando em um índice de estouro igual a 6,6412 kPa.m²/g.

4.5.7. Rendimento

Bactris inundata

O melhor modelo de superfície foi encontrado no refino 0 (BI-T), e é definido por uma superfície plana onde o Álcali Ativo e a Temperatura foram significativos. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 14.

QUADRO 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RENDIMENTO EM *Bactris inundata* Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Álcali</i>	1	208,837	208,837	65,01	0,0000
<i>Temperatura</i>	1	22,1405	22,1405	6,89	0,0200
<i>Resíduo</i>	14	44,9739	3,2124		
<i>Total</i>	16	275,952			

Com um $R^2 = 0,8370$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 53,1329 - 3,9186 \cdot \text{Álcali} - 1,2759 \cdot \text{Temperatura}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(52,966; 56,687) para o intercepto

(-4,795; -3,0402) para o efeito do Álcali

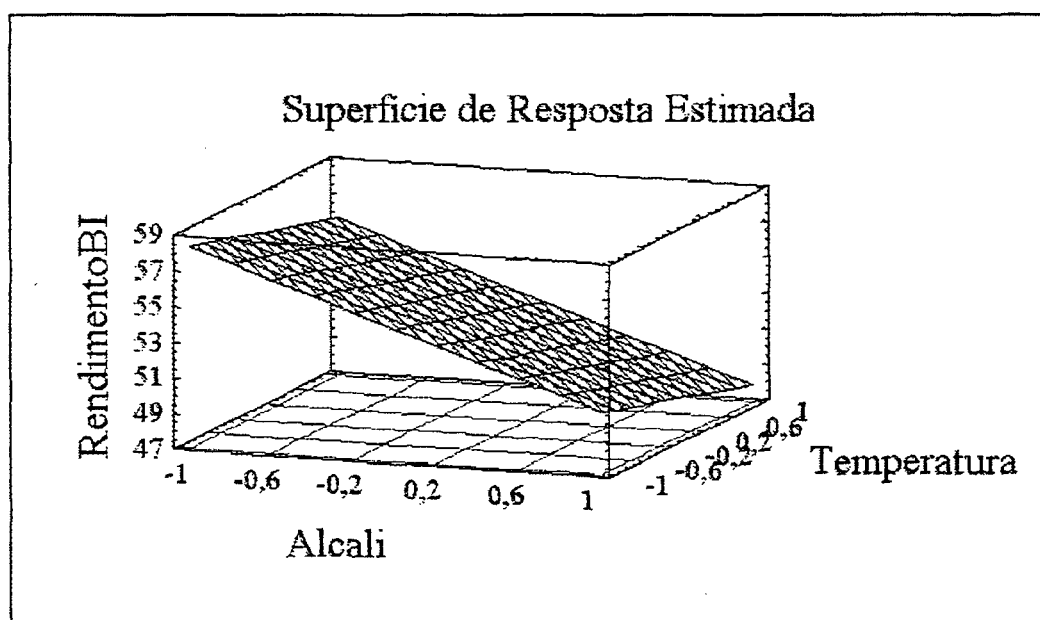
(-2,152; -0,3996) para o efeito da Temperatura

Neste caso, se tem um modelo com um bom ajuste onde a superfície tem inclinação negativa e é determinado por um espaço tri-dimensional.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da superfície plana. Neste caso será na região onde os fatores apresentam seus níveis mínimos. Também neste caso não é possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente.

O maior valor estimado pelo modelo, então, é dado quando o Álcali vale -1,67332 e a Temperatura -1,67332, implicando em um nível de Álcali igual a 8,32% e a Temperatura em um nível de 157°C dando um rendimento igual a 61,8251%. A superfície de resposta é dada no GRÁFICO 6 a seguir.

GRÁFICO 6 - SUPERFÍCIE DE RESPOSTA ESTIMADA PARA A VARIÁVEL RENDIMENTO EM *Bactris inundata* Martius



Mauritia vinifera

Para *M. vinifera* obteve-se um modelo de reta com apenas o fator Álcali significativo encontrado no refino zero (MV-T), e com um ajuste um pouco inferior. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 15.

QUADRO 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RENDIMENTO EM *Mauritia vinifera* Martius

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	314,681	314,681	30,19	0,0001
Resíduo	15	156,347	10,4231		
Total	16	471,028			

Com um $R^2 = 0,6681$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 54,3259 - 4,8102 \cdot \text{Álcali}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(51,722; 59,941) para o intercepto

(-6,745; -2,875) para o efeito do Álcali

Como apenas um fator foi significativo para esta variável, sua superfície será definida por uma reta em um espaço bi-dimensional.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta. Pelo fato do coeficiente do Álcali ser negativo, temos uma reta com inclinação negativa e o maior valor estimado pelo modelo estará na região onde o Álcali apresenta o seu menor nível, não sendo possível constatar se este valor é realmente um ponto ótimo, tendo em vista que fora desta região analisada o experimento pode apresentar tanto um comportamento crescente como decrescente.

O maior valor estimado pelo modelo, então, é dado quando o Álcali vale - 1,67332. Isto equivale a um nível de Álcali igual a 8,32% resultando em um rendimento igual a 62,7349%.

4.5.8. Número Kappa

Bactris inundata

Este foi o único modelo onde se obteve o Tempo na temperatura máxima como fator significativo. Isto ocorreu justamente para o número Kappa em *B. Inundata*. O melhor modelo de superfície foi encontrado no refino zero (BI-T), e é definido por uma curva onde o efeito quadrático do Álcali Ativo e o efeito linear do Tempo foram significativos. A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 16.

QUADRO 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO *KAPPA* EM *Bactris inundata* Martius

<i>Fonte de Variação</i>	<i>g.l.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Tempo</i>	1	40,7268	40,7268	10,11	0,0067
<i>Álcali (Q)</i>	1	18,61	18,61	4,62	0,0496
<i>Resíduo</i>	14	56,414	4,0296		
<i>Total</i>	16	115,751			

Com um $R^2 = 0,5126$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 33,9611 + 1,7305 \cdot \text{Tempo} - 1,2057 \cdot \text{Álcali}^2$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(30,833; 36,501) para o intercepto

(0,3962; 3,0648) para o efeito do Tempo

(-2,613; -0,3369) para o efeito quadrático do Álcali

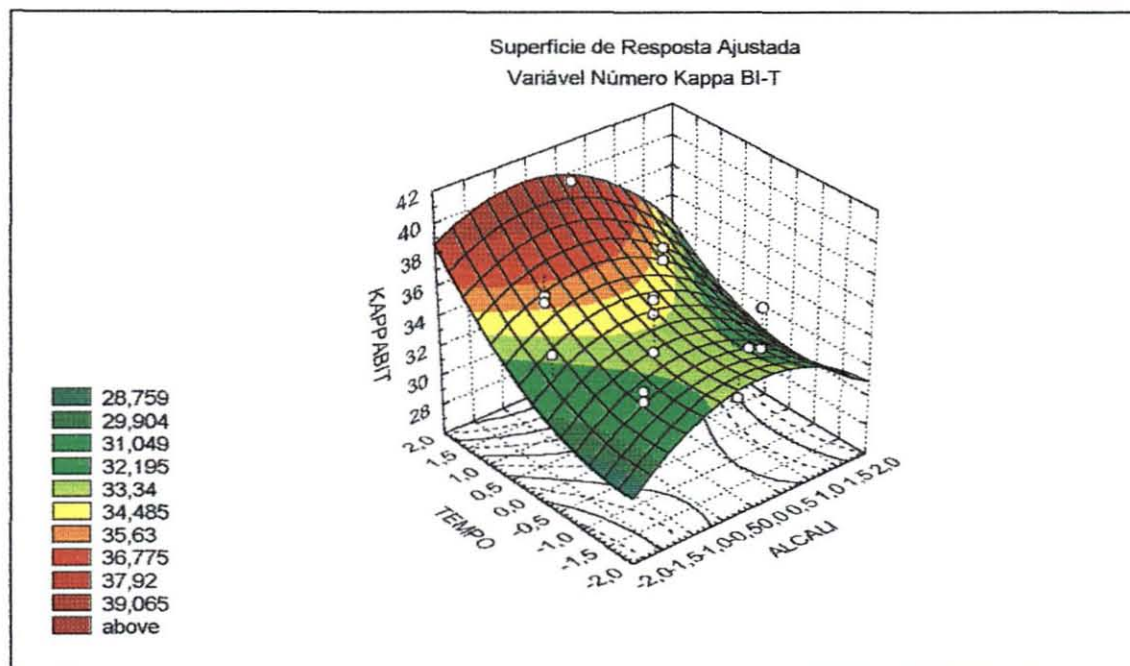
Neste modelo encontra-se o único efeito quadrático de todo o experimento. É importante notar que o efeito linear do Álcali não foi significativo, entretanto seu efeito quadrático proporciona uma melhor visualização do ponto ótimo. Como existe uma concavidade dentro da região amostral, o maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da curva.

O maior valor estimado pelo modelo, então, é dado quando o Álcali se situa em seu ponto central e o Tempo em 1,67332, implicando em um nível de Álcali igual a 10% e o Tempo em um nível de 47 minutos resultando um número Kappa igual a 36,8568. A superfície de resposta é dada no GRÁFICO 7.

Mauritia vinifera

O melhor modelo de superfície foi encontrado no refino zero (MV-T), e é definido por uma superfície plana onde o Álcali Ativo e a Temperatura foram significativos. No QUADRO 17 se apresenta. Este modelo foi encontrado no refino zero (MV-T). A seguir apresenta-se a Análise de Variância no QUADRO 17.

GRÁFICO 7 - SUPERFÍCIE DE RESPOSTA AJUSTADA PARA A VARIÁVEL NÚMERO *KAPPA* EM *Bactris inundata* Martius



QUADRO 17 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO *KAPPA* EM *Mauritia vinifera* Martius

Fonte de Variação	g.l.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p-valor
Álcali	1	320,587	320,587	28,79	0,0001
Temperatura	1	71,4068	71,4068	6,40	0,0240
Resíduo	14	156,166	11,1547		
Total	16	548,16			

Com um $R^2 = 0,7151$. Desta forma o modelo é dado por:

$$Y = 20,9382 - 4,8551 \cdot \text{Álcali} - 2,2914 \cdot \text{Temperatura}$$

Sendo que os parâmetros terão como intervalo de confiança a um nível de 95% :

(13,57; 24,782) para o intercepto

(-7,495; -2,215) para o efeito do Álcali

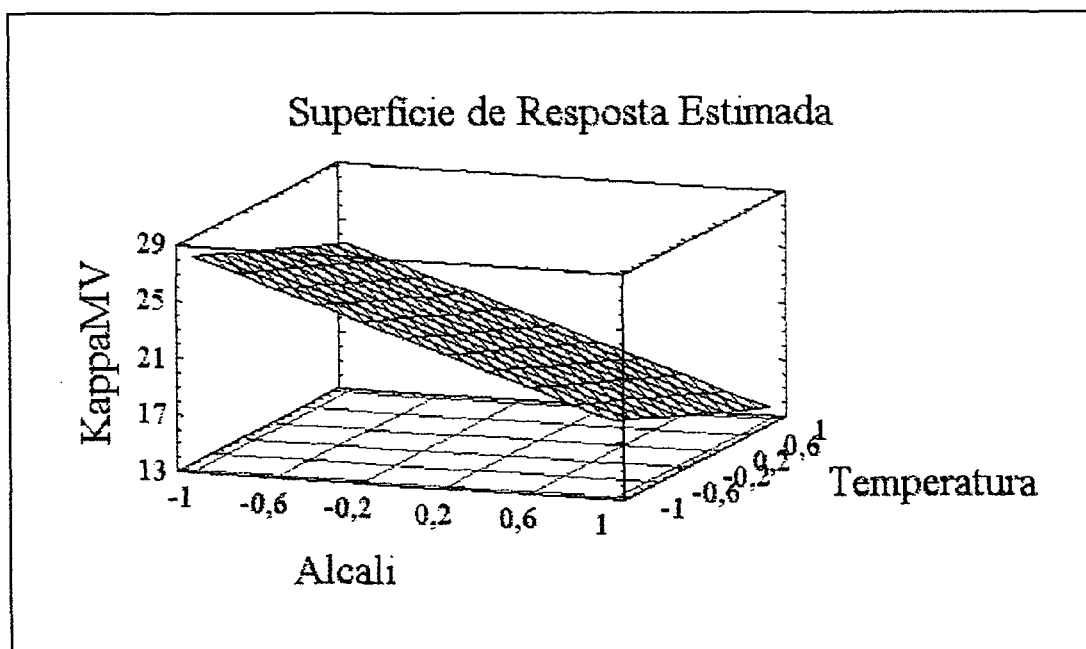
(-4,931; -0,3487) para o efeito da Temperatura

Sua superfície será definida por uma reta em um espaço tri-dimensional.

O maior valor estimado pelo modelo é obtido no ponto mais alto da reta. Pelo fato dos coeficientes do Álcali e da Temperatura resultarem negativos temos uma superfície plana com inclinação negativa e o maior valor estimado pelo modelo estará na região onde ambos fatores apresentam seus menores níveis.

O maior valor estimado pelo modelo então é dado quando o Álcali vale -1,67332 e a Temperatura -1,67332, ou seja, um nível de Álcali equivalente a 8,32% e de Temperatura equivalente a 157°C resultando um Número Kappa igual a 32,8967. A superfície obtida é dada no GRÁFICO 8.

GRÁFICO 8 - SUPERFÍCIE DE RESPOSTA AJUSTADA PARA A VARIÁVEL NÚMERO KAPPA EM *Mauritia vinifera* Martius



5. CONCLUSÕES

MORFOLOGIA. Apesar das fibras de *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata* não apresentarem o perfil completo das características morfológicas de fibras papeleras e, contrariando, em parte, os coeficientes usualmente utilizados para pré-diagnosticar o desempenho de uma fibra para fins papeleros, estas podem ser utilizadas na produção de papel *kraft* com altos índices de resistência físico-mecânicas, desde que sejam observados os parâmetros ideais de cozimento e refino descritos neste trabalho.

MORFOLOGIA, PROPRIEDADES E REFINO. As melhorias observadas das propriedades físico-mecânicas nos refinamentos se devem mais às ligações entre as fibras do que propriamente às características morfológicas das fibras. Este desempenho sugere que, apesar das fibras não apresentarem alto coeficiente de flexibilidade, melhoria das interligações entre fibras pode ser conseguidas através do refino.

Os valores das principais propriedades físico-mecânicas de *Mauritia vinifera* foram crescentes de acordo com os níveis de refinação, mostrando a influência do refino nas características das fibras. Os maiores valores de rasgo aconteceram no primeiro refino (25) mostrando que, para esta propriedade, as inter-relações entre as fibras são secundárias. Os maiores valores de esticamento, auto-ruptura, tração e arrebatamento só ocorreram no último refino (75), mostrando o efeito da maior flexibilidade das fibras, pela influência do aumento do tempo de refino.

RENDIMENTO E PROPRIEDADES QUÍMICAS. Os altos rendimentos de polpa celulósica se devem, principalmente, às composições químicas básicas de *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata*, como os altos teores de celulose e pentosanas e baixos teores de lignina.

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO. No Delineamento Central Composto o Alkali Ativo foi o fator mais significativo em todas as variáveis que respondem pelas propriedades do papel. Para um intervalo de confiança a um nível de 95% o Alkali Ativo responde sozinho pelas propriedades de Alvura, Índice de

Tração e Índice de Estouro em *Bactris inundata*. Responde também pela Alvura, Porosidade, Índice de Rasgo, Índice de Estouro e Rendimento em *Mauritia vinifera*.

A Temperatura Máxima, segundo fator mais significativo, responde, juntamente com o Álcali Ativo, pelas propriedades de Índice de Rasgo e Rendimento em *Bactris inundata*. Este fator não teve nenhuma significância nas propriedades de *Mauritia vinifera*.

Excepcionalmente, a variável Número Kappa de *Bactris inundata* apresentou o Tempo na Temperatura Máxima e o Álcali Ativo como fatores mais significativos no modelo. *Mauritia vinifera*, pelo seu lado, apresentou o Álcali Ativo e a Temperatura Máxima como fatores mais significativos para responder a esta propriedade.

CONCLUSÃO FINAL. Com base nos resultados obtidos e para as condições adotadas nestes experimentos conclui-se que as palhas obtidas a partir das folhas de *Mauritia vinifera* Martius e *Bactris inundata* Martius apresentam boas características tecnológicas para a produção de celulose, fazendo destas espécies uma fonte alternativa não arbórea de matéria-prima para a produção de celulose kraft .

RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

- Caracterização tecnológica das folhas adultas.
- Caracterização tecnológica das polpas branqueadas.

REFERÊNCIAS

ABBEVILLE, C. História da Missão dos Padres Capuchinhos na ilha do Maranhão e Terras Circunvizinhas. (1612). São Paulo, Livraria Martins. Edição Rubens Borba de Moraes. 1945.

ALVES, M.R.P.; DEMATTÊ, M.E.S.P. **Palmeiras: características botânicas e evolução**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 129p.

AMARAL, A.C.B.; FERREIRA, M.; BANDEL, G. Variação da densidade básica da madeira produzida pela *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. **IPEF**, Piracicaba, 2/3:119-127, 1971.

ANDRADE, J.O.M.; ZVINAKEVICIUS, C.; FOELKEL, C. E. Estudos sobre a influência da espessura dos cavacos de eucalipto sobre a qualidade da celulose Kraft correspondente. **O Papel**, São Paulo, 39(10):55-59, 1978.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14031**: Pasta celulósica - Determinação da resistência à drenagem pelo aparelho *Shopper Riegler*. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7992**: Madeira - Determinação da celulose Cross & Bevan. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14080**: Pasta celulósica e madeira - Determinação de pentosanas - Método colorimétrico com orcinol. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7537**: Pasta celulósica - Determinação do número Kappa. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14346**: Pasta celulósica - Refinação em laboratório - Método *Jokro*. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14380**: Pasta celulósica - Preparação de folhas em laboratório para ensaios físicos - Método Rapid-Kothen. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **P5**: Papel e cartão - Determinação da espessura e a densidade aparente ou volume específico aparente. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Manual: "Pasta Celulósica e Papel"**. São Paulo, 1994.

ATCHISON, J.E. 1962. Bagasse becoming a major raw material for manufacture of pulp and paper - background present status and future possibilities. **Proceedings XI Congress International Society of Sugar Cane Technologists**, p:1185-1204.

ATCHISON, J.E. 1964. Progress in the utilization of bagasse as a raw material for paper and pulp manufacture. **Chem. Age India**. 15(8):971-2.

ATCHISON, J.E. 1971. Review of bagasse depithing. **Proceedings XIV Congress International Society of Sugar Cane Technologists** p:1202-1217.

ATCHISON, J.E. 1974. Present status and future potencial for utilization of bagasse in the pulp, paper and paperboard industry - a world-wide review. **Proceedings XV Congress International Society of Sugar Cane Technologists**, p:1851-1863.

ATCHISON, J.E. e Colaboradores. 1962. The utilization of bagasse for manufacture of pulp, paper and board. **Pulp and Paper Science and Technology**, Vol. I. Pulp p:334-339 McGraw-Hill Book Co. N.Y.

ATCHISON, J.E. The future of Non-Wood Plant Fibers in Pulp and Papermaking. **TAPPI**, Atlanta, vol. I, 1983.

AZIZINI, A.; ZIMBACK, L.; GONDIM-TOMAZ, R.M.A. Palha de cana-de-açúcar como matéria-prima na obtenção de fibras celulósicas para papel. **Bragantia**, Campinas, 55(1):137-140, 1996.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. Dimensões das fibras em agave. **Bragantia**, Campinas, 36(1):35-38, 1977.

AZZINI, A. A influência das dimensões dos cavacos de *Bambusa vulgaris* Schrad no rendimento, porcentagem de rejeitos, número *kappa* e alvura da celulose obtida pelo processo sulfato. In: **CONGRESSO ANUAL DA ABCP**, 9, 1976, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABTCP, 1976. p.201-213.

AZZINI, A. Aspectos agronômicos da produção do bambu industrial. **O Papel**, São Paulo, 41(11): 87-95, 1980.

AZZINI, A.; BENATTI JUNIOR, R.; ARRUDA, M.C.Q. Características tecnológicas dos caules de juta visando a produção de pastas celulósicas para papel. **Bragantia**, Campinas, 45(2):249-255, 1986.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. Celulose de Bambu. **Bragantia**, Campinas, 32(1):195-201, 1972.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. Celulose de bambu. In: **CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP**, 5., 1972, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABTCP, 1972. p.195-201.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; SALGADO, A.L.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Densidade básica do colmo e fibras celulósicas em progênies de *Bambusa tuldoidea* Munro. **Bragantia**, Campinas, 47(2):239-246, 1988.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; SALGADO, A.L.B.; ZULLO, M.A.T. Caracterização tecnológica de híbridos de sisal. **Bragantia**, Campinas, 48(1):113-124, 1989.

AZZINI, A.; GODOY, I.J.; GERIN, M.A.M. Dimensões das fibras em casca de amendoim. **Bragantia**, Campinas, 42(1):267-270, 1983.

AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R.M.A.; COSTA, A.A.; VALLE, T.L. Caracterização tecnológica de caules de quatro variedades de mandioca como fonte de fibras celulósicas para papel. **Bragantia**, Campinas, 55(2):293-297, 1996.

AZZINI, A.; NAGAI, V.; CIARAMELLO, D. Celulose monossulfito a partir de *Bambusa vulgaris* Schrad. In: **CONGRESSO ANUAL DA ABCP**, 11, 1978, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1978. p.67-71.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B. Avaliação quantitativa do material fibroso e vazios em colmos de bambu. **O Papel**, São Paulo, 53(7):49-52, 1992.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B. Determinação da densidade básica de caules de crotalária (*Crotalaria juncea*). **Bragantia**, Campinas, 38:XLIX-LII, 1979. Nota, 11.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; BENATTI JUNIOR, R.; COSTA, A.A. Caracterização tecnológica de espécies liberianas para o estabelecimento de métodos de análise quantitativa de fibras. **Bragantia**, Campinas, 52(1):27-32, 1993.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; MENTEN, J.F.M. Rendimento em celulose, densidade básica e dimensões das fibras em sorgo. **Bragantia**, Campinas, 42(1):171-178, 1983.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima para celulose. **Bragantia**, Campinas, 40(1):115-124, 1981.

AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; TEIXEIRA, J.P.F. Curva de maturação da *Crotalaria juncea* L. em função da densidade básica do caule. **Bragantia**, Campinas, 40(1):1-10, 1981.

AZZINI, A.; SAVY FILHO, A.; SALGADO, A.L.B.; ARNALDI, F.Z. Deslignificação dos resíduos agrícolas da cultura da mamona para a produção de celulose. **Bragantia**, Campinas, 43(2):519-530, 1984.

BACKMAN, A. The influence of the thickness of chips upon pulp yield and pulp quality in pulping with parallelepiped shaped chips. **Paperi Já Puu**. 28(13):200. 1946.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J. O. A madeira das espécies de eucalipto com matéria-prima para a indústria de celulose e papel. IBDF, PNUD, FAO, BRA. Série Divulgação, n.13. 145p. 1976.

BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B. 1975. Bagaço de cana-de-açúcar – Importante matéria-prima para celulose. **Reunião Anual da Sociedade para Progresso da Ciência**, 12p.

BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B. 1975. Produção de celulose sulfato a partir de misturas de madeira de *Eucalyptus saligna* com pequenas proporções de cavacos de *Bambusa vulgaris* var. *vitatta*. **IPEF**, Piracicaba, 11:93-9, 1975.

BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B.; BRITO, J.O. Características anatômicas, químicas e celulósicas do bagaço de quatro variedades de cana-de-açúcar. In: **CONGRESSO ANUAL DA ABCP**, 9., 1976, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABTCP, 1976. p.97-106.

BENTHAM, G. e HOOKER, J.D. **Genera Plantarum**, 1862.

BLANCO ROJAS, M.L. **Beneficiamento e polpação da raquis da bananeira nanica** (Musa Grupo AAA, Giant Cavendish). Dissertação (Mestrado). ESALQ, Piracicaba, 1996. 150p.

BRASIL, M.A.M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex-Maiden aos 5 anos de idade em função do local e do espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, 2/3:129-149, 1971.

BRASIL, M.A.M.; FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; A.R. HIGA. Variação das características e das propriedades físico-mecânicas com refinação da celulose sulfato de madeira de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, 5:33-45, 1972.

BRITT, K.N. **Handbook of paper technology**. New York: Reinhold, 1964.

BROUWNING, B.L. **The Chemistry of Wood**. New York: Interscience, 1963.

BUGAJER, S. et al. Otimização do processo de polpação Kraft de eucalipto. **O Papel**, São Paulo, 41 (2):41-47, 1980.

BUGAJER, S.; SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A. Aproveitamento de restos da cultura de algodão como fonte de fibras celulósicas. **O Papel**, São Paulo, 44 (1):217-227, 1983.

CAHEN, R.; BUGAJER, S.; SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A. Aproveitamento de restos de culturas agrícolas para obtenção de pastas celulósicas. **O Papel**, São Paulo, 45(1):17-30, 1984.

CALZAVARA, B.B.G. As possibilidades do açaízeiro no estuário amazônico. In: Simpósio Internacional sobre plantas de interesse econômico da flora amazônica, Belém, 1972. (FCAP. Boletim, 5).

CALZAVARA, B.B.G. Importância do açáizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) como produtor de frutos e palmito para o Estado do Paraná. In: 1º ENCONTRO DE PESQUISADORES. Palmito. Anais. Curitiba, p.26-28. Maio 1987. EMBRAPA.

CARPIO, I.M. **Maderas de Costa rica: 150 especies forestales**. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1992. P.13-16.

CASEY, JP. **Pulp and Paper. Chemistry and Chemical Technology**. Vol. 3.ed. New York: Wiley Interscience, 1980.

CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para papel. **O Papel**, São Paulo, 32(2):33-40, 1971a.

CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Resultados preliminares sobre o estudo do quenafe como matéria-prima para papel. **Bragantia**, Campinas, 30(1):19-30, 1971b.

CLAY, J.W.; SAMPAIO, P. de T.B.; CLEMENT, C.R. Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA/SEBRAE, 2000.

COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Madeiras: descripción de características generales macroscópicas y microscópicas de la madeira *Angiospermae dicotiledonae*. **COPANT.C30:1-19, 1974**.

CORRÊA, A.A. Essências papeleiras de reflorestamento: 8 madeiras nativas da Amazônia. **O Papel**, São Paulo, 55(10): 139-157, 1986.

CORRÊA, A.A.; FRAZÃO, F.J.L. O bambu do Estado do Acre, uma nova aproximação. **O Papel**, São Paulo, 47(11): 20-30, 1994.

CORRÊA, A.A.; LUZ, C.N.R.; FRAZÃO, F.J.L. Características Papeleiras dos Bambus do estado do Acre. **Acta Amazônica** 7(4):529-550, 1977a.

CORRÊA, A.A.; LUZ, C.N.R.; FRAZÃO, F.J.L. Características papeleiras dos bambus da região do Acre da Amazônia. In: **CONGRESSO ANUAL DA ABCP**, 10, 1977, São Paulo. Anais... São Paulo: ABCP, 1977b. p.97-112.

COSTA, M.F. da; LOUREIRO, M.R.C.; ALBUQUERQUE, C.R.A. de; AMARAL FILHO, Z.P. do. Perspectivas para o aproveitamento integral da palmeira do açai. Belém, EDESP, 1974, 84p. (Monografias, 14)

CRONIS, M.D.C. de. Caracterização de alguns materiais não lenhosos visando a avaliação do seu potencial como matéria-prima na fabricação de pasta celulósica. **O Papel**, São Paulo, 46(4):29-36, 1985.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981.

CRONQUIST, A. ***The evolution and classification of flowering Plants***. London: Thomas Nelson, 1968.

DANILAS, R.M.; CERAGIOLI, G. Produção de pastas celulósicas de palha de trigo por cozimento carbonato-oxigênio. **O Papel**, São Paulo, 43(8):43-46, 1982.

DENTERGHEM, O. de K. ***Les palmiers: história iconographique***. Paris: Rotschild, 1878.

DINWOODIE, J.M. The influence of anatomical and chemical characteristics of softwood fibers on the properties of sulfate pulp. **TAPPI**, Atlanta, 49(2):57-67, 1966.

DINWOODIE, J.M. The relationship between fiber morphology and paper properties: a Review of Literature. **TAPPI**, Atlanta, 48(8):440-447, 1965.

DRAPER, N.R.; COX, G.E.P. **Empirical Model - Building and Response Surfaces**. Editora John Wiley and Sons; Nova Iorque; 1987.

DUEÑAS, R.S. **Obtención de pulpas y propiedades de las fibras para papel**. Universidad de Guadalajara, 1997.

FOELKEL, C.E.B. Celulose Kraft de *Pinus* spp. In: CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP, 8., 1975, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1975. p.193-211.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. Madeiras de coníferas e folhosas na fabricação de celulose Kraft no Brasil e nos Estados Unidos da América, um estudo comparativo. In: CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP, 7., 1975, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1975b. p.15-20

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. Relações entre características da madeira e propriedades da celulose e papel. **O Papel**, São Paulo, 37(9):49-53. 1975a.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; AMARAL, A.C.B.; VALLE, C.F. Variações das características da madeira e propriedades da celulose sulfato de *Pinus oocarpa* em função da idade do povoamento florestal. **IPEF**, Piracicaba, 10:81-87, 1975.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. **IPEF**, Piracicaba, 10:17-37, 1975.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, 2/3:65-75, 1971.

FOELKEL, C.E.B.; SANI, A. Presente, passado e perspectivas futuras na utilização do eucalipto pela indústria de celulose no Brasil. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 9., 1976, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1976. p.141-156.

FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; SIQUEIRA, L.R.O.; KATO, J.; ANDRADE, J.O.M. *Casca desmedulada de Eucalipto: uma nova opção como fonte de fibras para a indústria de celulose kraft*. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 10., 1977, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1977. p.19-33.

FREIRE, F.H.F. **Utilização das Fibras vegetais na Atividade Artesanal da Região Maranhense**. São Luis, UFMA/DEDET. Dissertação de Conclusão de Curso em Desenho Industrial. 191p. 1996.

GARCIA, A.G.; HECTOR, O.L.G.; LUNA, G.V. Pasta de alto rendimento a partir de bagaço de cana. **O Papel**, São Paulo, 54(9):19-25, 1993.

GERBER, W.D.; SACON, V. Alternativa tecnológica papel e papelão de palha e casca de arroz. **O Papel**, São Paulo, 53(5):25-34, 1992.

GERBER, W.D.; SACON, V. Fabricação de papel de palha de arroz no extremo sul do Brasil. **O Papel**, São Paulo, 55(11):34-39, 1994.

GOMIDE, J. L. Estudos sobre a constituição química do *Bambusa vulgaris*, visando a produção de polpa celulósica. **O Papel**, São Paulo, 47(10):64-68, 1986.

GOMIDE, J.L. Reação dos carboidratos e dissolução constituintes da madeira durante polpação alcalina. **O Papel**, São Paulo, 40(11):119-128. 1979

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. Avaliação estatística da otimização de parâmetros da polpação *Kraft* de Eucalipto. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo: Anais...São Paulo: ABTCP, 1983. p.317-327.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; CAMPOS, A.S. Deslignificação com oxigênio da polpa Kraft de bambu. **O Papel**, São Paulo, 53(2):25-31, 1992.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. Estudos das potencialidades do *Bambusa vulgaris* para produção de papéis tipo Kraft. **O Papel**, São Paulo, 43(7):38-42, 1982.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. Influência do álcali ativo e da temperatura na polpação Kraft de *Bambusa vulgares*. **Revista Árvore**, 5(2):181-193, 1981.

GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C.; COLODETTE, J.L. Soda-AQ: um novo processo para produção de polpa celulósica de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, 4(1):75-90, 1980.

GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; BUSNARDO, C.A.; GOMIDE, J.L.; SCHMIDT, C. Qualidade da madeira e da celulose Kraft branqueada de treze espécies de Eucalyptus. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo: Anais...São Paulo: ABTCP, 1983. p.7-29.

GRANT, J. Fibrous raw materials for the paper industry: past, present and future. **Paper Technology**, 11(3):187-189, 1970.

GUIAS PHILIPS. **Parques Nacionais Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1999.

HATTON, J.V.; KEAYS, J.L.; HEJJAS, J. Effects of time, temperature and effective alkali in kraft pulping of western hemlock. **PULP AND PAPER MAGAZINE OF CANADA**, 73 (4):63-69, 1972.

HENDERSON, A. **The Palms of Amazon**. New York: Oxford University Press, 1994.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the americas**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, , 1995.

HIETT, L.A.; BEERS JR., W.L.; ZACHARIASEN, K.A. Relationship between wood density and other wood and pulp properties. **TAPPI**, Atlanta, 43:169-173, 1960.

HIGA, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, 7:79-89, 1973.

HUNSIGUI, G.; SINGH, G.B; SOLOMON S. **The future fiber of the tropics and sub-tropics for the pulp and paper industry. Sugarcane: agroindustrial alternatives**. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi; India, 1995, 59-65.

IIBGE. **Cidades@**. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/ufs/perfil2.php?codmun=210170>> Acesso em: 22 mai.2001a.

IBGE. **Características do Território Brasileiro**. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/ibge/default.php>> Acesso em: 22 mai.2001b.

IPT. **Celulose e Papel. Tecnologia de fabricação de pasta celulósica**. Vol. I. 2.ed. IPT, São Paulo, 1988a. 559p.

IPT. **Celulose e Papel. Tecnologia de fabricação do papel**. Vol. II. 2.ed. IPT, São Paulo, 1988b. 405p.

ISTAS, J.R.; HEREMANS, R.; RAEKELBOOM, E.L. **INEAC**. Série Technique 43. P.29, 1954.

ITO, M.H. Um estudo preliminar sobre "Rosela" (*Hibiscus sabdarriffa*). In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 12, São Paulo, 1974. *Anais*. São Paulo, ABCP, 1974, p.51-61.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 532p. 1940.

KAHN, F. **Les palmiers de l'Eldorado**. Paris: Éditions de l'Orstom, 1997

KAHN, F.; GRANVILLE, J.J. de. **Palms in Forest Ecosystems of Amazonia**. New York: Springer-Verlag, 1992.

KALDOR, A.F. Kenaf, an alternate fiber for the pulp and paper industries in developing. **Tappi Journal**, Atlanta, 75:10, 141-145, 1992.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson. Uso de Fibras Naturais na confecção de Produtos Biocompatíveis. Rio de Janeiro, **Estudos em Design**, v.2, n.2 (nov)-, p.II-33-39, 1994

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 1997.

LEONARDOS, R.B.; CAMPOS, C. Aproveitamento de matérias-primas regionais para fabricação de papel e celulose no Brasil. **O Papel**, São Paulo, 37(10):47-50, 1976

LIBBY, C. EARL. **Ciencia y Tecnologia sobre Pulpa y Papel**. Tomo I: pulpa. Conpañia Editorial Continental S.A. 1967.

LISBOA, Frei Cristóvão de. **História dos animais e árvores do Maranhão. (1625-1631)**. Curitiba: Imprensa da Universidade Federal do Paraná. 1968.

LOPEZ, J.V.; BARRERA, J.B.; ASTURIAS, C.R. Obtencion de pulpas quimicas a partir de bagazo de cana de azucar utilizando una mezcla de etanol agua en presença de pequenas cantidades de hidroxido de sodio. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo: Anais...São Paulo: ABTCP, 1983. p.183-196.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa, SP, Editora Plantarum, 1996.

MACHADO, F.J.J.; GOMIDE, J.L.; CAMPOS, W.O.; CAPITANI, L.R. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus torelliana* e *Eucalyptus grandis* para produção de polpa kraft. **O Papel**, São Paulo, 48(8):56-60, 1987.

MACLEOD, M. Nonwood fiber: Number 2, and trying hard. **Tappi Journal**, Atlanta, 71(8):50-54, 1988.

MARCHIORI, J.N.C.; MUÑIZ, G.I.B.; GOMES, A.G. Anatomia do caule de tucum, *Bactris lindmaniana* Drude ex Lindman (Palmae). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, 1988, Nova Prata/RS: Anais/Volume 2...Nova Prata/RS:_, 1988. P.1067-1073.

MARQUES, A.R.; FOELKEL, C.E.B.; OLIVEIRA, L.M. Otimização da relação tempo-temperatura na produção de celulose kraft de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida. **O Papel**, São Paulo, 40(12):161-171, 1979.

MATTOS, M.D.L.; MATTOS, C.C.L.V. Palmito Juçara *Euterpe edulis* Mart (PALMAE). Uma espécie a plantar, manejar e proteger. **Brasil Floresta**. 7(27):9-20, 1976.

MEDEIROS, J.; ROSSI, H. Estudo comparativo de pastas celulósicas de bagaço de cana obtidas pelo processo soda a quente. **O Papel**, São Paulo, 46(8):69-73, 1985.

MEDINA, J.C. **Plantas fibrosas de Flora Mundial**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico de Campinas, 1959.

MELO, C.F.M.; WISNIEWSKI, A.; ALVES, S.M. Possibilidades papelerias do açazeiro. **O Papel**, São Paulo, 36(1): 33-43, 1975.

MILANEZ, A.C.; FOELKEL, C.E.B. Processos de deslignificação com oxigênio para a produção de celulose de eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 14., 1981, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1981. p.37-110.

MISRA, D.K. Utilizing bagasse for papermaking in India Mandya mill is significant. **TAPPI**, Atlanta, 48(7):88R-92A, 1965.

MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: Editora John Wiley and Sons, 4ª ed., 1996.

MOSCOSO, R.M. **Palmas Dominicanas**. Ciudad Trujillo, R.D. : Editora Montalvo, 1945.

MUÑIZ G.I.B.; CORADIN, V.R. **Normas de procedimentos em estudo de anatomia da madeira: I-Angiospermae, II-Gimnospermae**. Brasília: Laboratório de produtos Florestais, Série Técnica 15, 1991.

MUSSI, F. Bagazo, importante matéria-prima para satisfazer necessidades nacionais. **O Papel**, São Paulo, 31(8):57-68, 1970. **O Papel**, 31(9):33-46, 1970.

NEVES, M.N. Pastas quimitermomecânicas de bagaço de cana. **O Papel**, São Paulo, 46(12): 127-140, 1985.

NEVES, M.N. Refinação de pasta celulósica - fatores que influem no processo e que são afetados por esta etapa da preparação de massa. **O Papel**, São Paulo, 47(4): 35-40, 1986.

NOGUEIRA, J.N. Palmito - Produção, Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, (197-), 65p. (Série Extensão Agroindustrial, 6)

ORGILL, B. Desenvolvimento da defibrador em polpação de bagaço e de outras fibras não provenientes de madeira. **Celulose & Papel**, (7): 47-50, 1978.

PALMER, E.R.; GIBBS, J.A. Pulping characteristics of *Gmelina arborea* and *Bursera simaruba* from Belize. London, **Tropical Products Institute**, May. 1974. 27p. (L36)

PALMER, E.R.; GIBBS, J.A. Pulping trials on the wood from the trunk of coconut (*Cocos nucifera*) [in Fiji]. Report, **Tropical Products Institute**, UK. 1979, L53, iv + 23pp.; 6 ref.

PEDROSA-MACEDO, J.H. Manejo sustentado do palmito. **Revista Floresta**, Curitiba, 4(3):57-59, 1973.

PEDROSA-MACEDO, J.H. Uma fonte de Recursos I. **Revista Floresta**, Curitiba, 2(3):19-20, 1970.

PEDROSA-MACEDO, J.H. Uma fonte de Recursos II. **Revista Floresta**, Curitiba, 3(1):29-34, 1971.

PEDROSA-MACEDO, J.H.; RITTERSHOFER, F.O.; DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis. 1975. 61p.

PEREIRA, S.J. ; FABROWSKI, F.J. **Processo Sulfato ou Kraft / Condições de Cozimento : *Araucária angustifolia*, *Eucaliptus deanei*, *Mauritia vinifera* e *Bactris inundata***. Curitiba, 1999. Relatório Final. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, S.J.; LOBO, F.A.S. Fibras Vegetais - Produtos e Processos no Artesanato Maranhense. In: CONGRESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 1. São Paulo, 1994. Anais..., São Paulo, 1994a. V.2, p.III-11.

PEREIRA, S.J.; LOBO, F.A.S. Fibras Vegetais na Produção Artesanal do Maranhão - Nordeste Ocidental do Brasil. In: FÓRUM INTERNACIONAL - DESIGN E DIVERSIDADE CULTURAL. Florianópolis. p.65-66. 1994b.

REBOUÇAS, J.T.; MARTINS, MA. A.L. Efeito da ação do refino nas propriedades físico-mecânicas da polpa de sisal e outras não-madeira. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 18., 1985, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1985. p. 149-169.

REDKO, B.V.P.; NISHIMURA, M. Celulose de bambu. **O Papel**, São Paulo, 33(4):38-44, 1972.

REITZ, R. **Palmeiras**. Itajaí, SC: Flora Ilustrada Catarinense, 1974. 189p.

RITA, D.; KARIRA, BG.; DHAWAR, R. Non-wood raw materials for packaging paper. **Van-Vigyan**. 1993, 31:3-4, 78-81;

ROBINSON, W. 1973. *Papel para jornal feito a partir do bagaço*. **V Convenção da ABCP**, S. Paulo, 12p.

RODA, A.W.; LOPES, C.H. Babassu - the wonderful palm. USA, TAPPI, Nonwood Plant Fiber Committee: Nonwood plant fiber pulping: **Progress Reporter**, (9):41-45, 1978.

RUNKEL, R.O.H. *Pulp from tropical wood*. **TAPPI**, Atlanta, 35(4):174-178, 1952.

RUSSO, J.G. 1975. O bagaço de cana-de-açúcar e sua crescente utilização na produção de celulose e papel. **O Papel**, São Paulo, 36(3):49-55, 1975.

RYDHOLM, S.A. **Pulping processes**. New York, Interscience, 1965.

SADAWARTE, N.S; PRASAD A.K. Characteristics of packaging papers from commonly used Indian non-wood fibers. **TAPPI**, Atlanta, Non-wood Plant Fiber Pulping. **Progress Report**, 8. 65-73, 1978.

SAIKIA, C.N; ALI, F.; SARMA, T.C. Hibiscus cannabinus – na annual fibre source for paper and cellulose industries. *Advances in forestry Research in India*. 1995, 12:116-146.

SAMANIEGO, R.; NAQUI, H.A.; ESCOLANO, J.O. 1974. *Effects of methods of pulping, bleaching and blending on physico-chemical properties of sugarcane bagasse for newsprint*. **Proceedings XV Congress International Society of Sugar Cane Technologists**, p:1821-1839.

SCHMIDT, G.W. Utilização de pasta mecânica em papéis de boa qualidade. **O Papel**, São Paulo, 47(3):41-46, 1986

SENAI-DR/PR. Escola SENAI e Centro Técnico de Celulose e Papel de Telêmaco Borba. *Tecnologia das matérias-primas: processos alcalinos para obtenção de celulose*. Telêmaco Borba. Unidade 4. 25p. 1995a.

SENAI-DR/PR. Escola SENAI e Centro Técnico de Celulose e Papel de Telêmaco Borba. *Química da madeira e celulose: anatomia e composição química da madeira e celulose*. Telêmaco Borba. Unidade 2. 48p. 1995b.

SILVA JUNIOR, E.C. Efeitos da moagem nas propriedades das fibras. **O Papel**, São Paulo, 44(11): 97-120, 1983.

SILVA JÚNIOR, F.G. Influência dos cavacos de *Eucalyptus dunnii* sobre o processo de produção de celulose Kraft de *Eucalyptus grandis*. **O Papel**, São Paulo, 45(6):19-21, 1994.

SILVA JÚNIOR, F.G.; BARRICHELO, L.E.G.; SHIMOYAMA, V.R.S.; WIECHETECK, M.S.S. Avaliação da qualidade da madeira de *Pinus patula* var. *tecunumanii* visando a produção de celulose Kraft e pasta mecânica. **O Papel**, São Paulo, 45(6):32-35, 1994.

SILVA, N.M.; REBOUÇAS, T.; LUBI, N.; MATUS, D. Pasta química de *sisal*. In: III Congresso Latino Americano de Celulose e Papel. São Paulo, novembro/83. p: 161-167.

SILVA, S.F. da. ***Primeira Contribuição ao Catálogo Sistemático de Plantas Brasileiras Produtoras de Óleo, Cêra e Resina***. 1ª Parte Monocotiledôneas. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar. Rio de Janeiro, 1971.

SOBRINHO, J.S. A cultura do sisal para fabricação de celulose. **O Papel**, São Paulo, 41(8): 37-43, 1980.

SPOLADORE, D.S.; BENATTI, JR. R.; AZZINI, A. Composição química das folhas e dimensões das fibras em rami. **Bragantia**, Campinas, 43(1):229-236, 1984.

STONIS, A. Considerações sobre cozimento de eucalipto pelo processo sulfato em relação ao tamanho dos cavacos. **O Papel**, São Paulo, 32(7):29-35. 1971.

STRAUBE, C.D. Celulose de crotalária. **O Papel**, São Paulo, 34(4):50-8, 1973.

TAKHTAJAN, A.L. *Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta)*. **The Botanical Review**, 46:225-359, 1980.

TAMOLANG, F.N.; WANGAARD, F.F. Relationships between hardwoods fiber characteristics and pulpsheet properties. **TAPPI**, Atlanta, 44(3):201-316, 1961.

TAPPI. TEST METHODS 1994-1995. TAPPI Press, Atlanta, 1994.

TOMAZELLO FILHO, M.; AZZINI, A. Variação e estrutura dos colmos de bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad). **O Papel**, São Paulo, 49(12):155-161, 1988.

TOMLINSON. P.B. **Anatomy of the monocotyledons. II. Palmae**. Oxford, Clarendon Press, 1961. 453 p.

TOMLINSON. P.B. **The Structural Biology of Palms**. Oxford, Oxford University Press, 1990.

TOUZINSKY, G.F.; CUNNINGHAM, R.L.; BAGBY, M.O. Papermaking properties of kenaf thermomechanical pulp. **TAPPI**, Atlanta, 63(1):53-55, 1980.

TRUGILHO, P.F.; COLODETTE, J.L.; CAMPOS, A.S.; REGAZZI, A.J. *Avaliação do processo kraft modificado por meio da metodologia de superfície de resposta*. **Revista Árvore**, 17(2), p.162-180, 1993.

UHL, N.; DRANSFIELD, J., 1987. **Genera Palmarum**. Allen Press, Lawrence, Kansas.

VILLAVICENCIO, E.J. 1971. Celulose de bagaço alvejado: qualidade comercial. In: CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP, 6., 1973, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1973. 19p.

WARDROP, A. B. **Fiber morphology and paper making**. TAPPI, Atlanta, v.52, n. 3, mar. 1969.

WORSTER, H.E.; McCANDLESS, D.L.; BARTELS, M.E. Some effects of chip size on pulping of southern pine of liner-board. **TAPPI**, Atlanta, 60(2):101-103, 1977.

ZEGARRA, J.R. Novos desenvolvimentos para o aproveitamento do bagaço. **O Papel**, São Paulo, 39(8):27-32, 1978.

ANEXO 1 - VALORES DE CONVERSÃO DAS PROPRIEDADES RESISTÊNCIA DO PAPEL PARA O SI

<i>Função 1</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Método</i>	<i>Dados</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Unidade Usual</i>	<i>Multiplicador</i>	<i>Unidade Recomendada</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Função 2</i>
G	Gramatura	ABTCP P6:1996	g	$(m/A).10000$	g/m ²	1	g/m ²	Gramatura	G
L	Largura do Corpo de Prova	ABTCP P7:1994	mm	-	mm	1	mm	Largura do Corpo de Prova	L
FT'	Força de Tração	ABTCP P7:1994	kgf	-	kgf	9,80665	N	Força de Tração	FT²
RT'	Resistência Tração	ABTCP P7:1994	-	FT'/L	Kgf/mm	9,80665	kN/m	Resistência Tração	RT²
RT'	Resistência Tração	ABTCP P7:1994	-	FT'	kgf	0,65378	kN/m	Resistência Tração	RT²
CAR	Comprimento de Auto-ruptura	ABTCP P7:1994	-	$(FT'.1000)/(L.G)$	km	1	km	Comprimento de Auto-ruptura	CAR
IT'	Índice de Tração	ABTCP P7:1994	-	CAR.	km	9,80665	N.m/g	Índice de Tração	IT²
RE	Resistência ao Esticamento	ABTCP P7:1994	mm	-	mm	1	%	Resistência ao Esticamento	RE²
RR'	Resistência ao Rasgo	ABTCP P9:1994	gf	/5	gf	9,80665	mN	Resistência ao Rasgo	RR²
FR'	Fator de Rasgo	ABTCP P9:1994	-	$(RR'.16.100)/(5.G)$	100gf/(g/m ²)	0,0980665	mN.m ² /g	Índice de Rasgo	IR²
IR'	Índice de Rasgo	ABTCP P9:1994							
RE'	Resistência ao Estouro	ABTCP P8:1994	kgf/cm ²		kgf/cm ²	98,0665	kPa	Resistência ao Estouro	RE²
FE'	Fator de Estouro	ABTCP P8:1994	-	$(RE'.1000)/G$	$(gf/cm^2)/(g/m^2)$	0,0980665	kPa.m ² /g	Índice de Estouro	IE²
IE'	Índice de Estouro	ABTCP P8:1994							

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS.

continua

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m ²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação ("SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebatamento (kPa.m ² /g)	Índice de Rasgo (mN.m ² /g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm ³)	VEA (cm ³ /g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	30,0	79,0	4,16	4,58	9,51	40,80	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	60,0	88,0	6,45	5,56	8,14	63,25	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	90,0	91,0	9,00	7,19	7,94	88,26	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	150,0	93,0	9,86	7,85	8,63	96,69	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	120,0	92,0	10,00	7,52	7,65	98,07	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	180,0	94,0	11,73	10,30	7,28	115,03	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	30,0	70,0	4,52	3,11	8,53	44,33	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	60,0	86,0	5,60	5,23	8,04	54,92	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	90,0	90,0	7,04	6,05	7,55	69,04	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	120,0	92,0	7,43	6,05	6,47	72,86	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	181,0	94,0	7,48	5,56	5,79	73,35	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	150,0	93,0	9,79	5,72	5,00	96,01	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	47,0	45,0	4,75	4,90	15,00	46,58	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	38,0	45,0	5,00	4,90	13,93	49,03	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	31,0	45,0	5,30	4,90	14,42	51,98	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	37,0	45,0	4,75	4,90	19,12	46,58	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	38,0	45,0	5,00	4,90	19,12	49,03	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	33,0	45,0	5,70	4,80	13,93	55,90	-	-	-	-	-
Açaí ⁽¹⁾	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	60,00	36,0	45,0	5,60	4,90	11,28	54,92	-	-	-	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	0,0	25,0	-	2,37	7,65	44,60	0,463	2,16	28	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	1,0	34,0	-	3,28	7,45	58,60	0,493	2,03	59	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	2,5	44,0	-	3,55	7,71	65,20	0,508	1,97	99	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	7,5	53,0	-	4,48	7,78	71,80	0,575	1,74	204	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	15,0	65,0	-	4,93	7,34	77,00	0,599	1,67	379	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	0,0	26,0	-	2,56	9,80	44,60	0,455	2,2	28	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	1,8	36,0	-	3,93	10,30	68,70	0,490	2,04	114	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	2,8	44,0	-	4,57	9,90	73,70	0,535	1,87	193	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	11,3	60,0	-	5,03	10,40	78,10	0,575	1,74	347	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	6,7	51,0	-	4,74	10,10	80,10	0,568	1,76	274	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	0,0	23,0	-	1,98	10,70	31,10	0,425	2,35	11	-	-

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS.

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação ("SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebentamento (kPa.m²/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm³)	VEA (cm²/g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	continuação	
												Alvura (%)	Opacidade (%)
Algodão/Soqueira de ⁽¹⁾	-	60,00	3,0	34,0	-	3,42	10,60	53,50	0,471	2,12	47	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽²⁾	-	60,00	7,5	44,0	-	3,97	9,54	65,80	0,518	1,93	77	-	-
Algodão/Soqueira de ⁽³⁾	-	60,00	25,0	59,0	-	4,84	8,99	78,60	0,558	1,79	166	-	-
Araucária ⁽³⁾	<i>Araucaria angustifolia</i>	60,00	22,0	-	5,86	3,81	18,67	57,48	-	-	-	-	-
Araucária ⁽³⁾	<i>Araucaria angustifolia</i>	60,00	34,0	-	5,91	4,04	14,51	57,95	-	-	-	-	-
Arroz/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	59,20	0,0	23,0	-	1,85	5,34	31,00	-	2,3	5,6	-	99,6
Arroz/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	61,90	0,5	36,0	-	3,22	5,07	50,90	-	2,04	20,9	-	99,8
Arroz/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	62,10	1,7	47,0	-	4,09	4,30	62,40	-	1,9	42,3	-	99,8
Arroz/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	63,10	6,0	64,0	-	4,47	4,23	69,20	-	1,77	86,9	-	99,9
Arroz/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	63,70	4,0	66,0	-	4,63	4,38	69,30	-	1,82	57,6	-	99,6
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	4,55	2,45	6,37	44,62	0,520	1,93	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	5,16	2,97	6,67	50,62	0,540	1,84	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	5,47	3,23	6,77	53,59	0,560	1,8	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	5,49	3,97	6,86	53,86	0,530	1,89	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	5,65	4,20	6,67	55,36	0,560	1,82	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	5,65	3,80	7,26	55,45	0,560	1,82	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	5,87	4,44	7,26	57,53	0,540	1,86	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	6,16	4,11	6,28	60,41	0,560	1,78	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	6,31	4,46	6,77	61,86	0,570	1,78	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	6,55	4,63	7,45	64,19	0,580	1,7	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	30,0	6,62	3,94	7,16	64,88	0,540	1,86	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	6,74	5,12	6,37	66,13	0,590	1,69	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	6,78	5,34	6,37	66,47	0,590	1,69	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	6,85	5,32	6,96	67,21	0,580	1,71	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	6,99	5,04	7,55	68,53	0,590	1,64	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	7,33	5,39	6,47	71,89	0,620	1,61	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	7,34	5,92	6,28	71,98	0,610	1,62	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	7,34	5,74	6,86	72,02	0,600	1,64	-	-	-
Bagaço de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	7,36	5,68	6,08	72,18	0,620	1,59	-	-	-

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS.

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m ²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebatamento (kPa.m ² /g)	Índice de Rasgo (mN.m ² /g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm ³)	VEA (cm ³ /g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Bagaçõ de cana ⁽⁵⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	7,41	5,24	5,88	72,69	0,620	1,61	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	7,87	7,13	6,37	77,16	0,650	1,52	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	7,88	5,06	6,67	77,30	0,590	1,7	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	8,03	5,80	6,69	78,77	0,640	1,53	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	60,0	8,51	5,61	6,47	83,45	0,610	1,82	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,88	5,34	62,99	-	1,67	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,80	5,27	68,79	-	1,68	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,86	5,30	61,17	-	1,63	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,71	5,25	61,54	-	1,73	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,67	5,56	59,34	-	1,65	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,66	5,24	65,96	-	1,89	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,82	5,43	66,11	-	1,67	-	-	-
Bagaçõ de cana ⁽⁶⁾	<i>Saccharum spp</i>	60,00	-	45,0	-	3,70	5,50	67,76	-	1,79	-	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	5,30	4,00	15,89	51,98	-	-	9	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	5,66	3,00	12,94	55,47	-	-	9	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	5,55	2,00	11,28	54,46	-	-	6	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	5,81	4,00	12,26	57,02	-	-	9	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	5,09	3,50	15,79	49,93	-	-	52	-	-
Bambu Acre ⁽⁷⁾	-	65,00	-	45,0	6,24	3,20	11,08	61,17	-	-	15	-	-
Bambu Acre ⁽⁸⁾	<i>Guadua weberbaueri Pliger</i>	62,00	-	45,0	3,87	3,02	9,04	37,95	-	-	4	-	-
Bambu Acre ⁽⁸⁾	<i>Guadua weberbaueri Pliger</i>	60,00	-	45,0	4,92	5,00	14,81	48,25	-	-	-	-	-
Bambu Acre ⁽⁸⁾	<i>Guadua weberbaueri Pliger</i>	82,00	-	45,0	5,20	5,47	13,34	50,99	-	-	5	-	-
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	26,0	5,20	4,09	18,53	50,99	0,470	-	1	18	97,9
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	40,0	6,30	5,72	15,79	61,78	0,472	-	3,3	17,8	97,8
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	53,0	6,90	6,21	13,53	67,67	0,482	-	5,4	17,6	98,1
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	52,0	6,20	5,88	15,49	60,80	0,492	-	3,8	21,8	96,0
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	67,0	6,30	6,37	14,42	61,78	0,515	-	8,2	21,6	96,1
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	41,0	6,30	5,39	17,55	61,78	0,487	-	1,9	22,1	95,6
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	30,0	5,30	4,41	19,71	51,98	0,468	-	1,5	21,5	96,6

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS.

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m ²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebatamento (kPa.m ² /g)	Índice de Rasgo (mN.m ² /g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm ³)	VEA (cm ³ /g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	47,0	6,80	5,39	18,83	56,88	0,482	-	2,9	21,6	96,8
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	64,0	6,50	5,72	16,28	63,74	0,504	-	7	21,5	97,0
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	36,0	6,00	5,07	16,08	58,84	0,489	-	2,2	25,3	95,6
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	51,0	6,50	5,72	14,71	63,74	0,522	-	6,6	24,9	95,6
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	70,0	6,90	6,54	12,55	67,67	0,542	-	14,4	25	95,7
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	48,0	5,70	5,07	14,32	55,90	0,495	-	3,9	24,8	96,2
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	69,0	6,50	5,72	12,75	63,74	0,526	-	11,6	24,8	96,6
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	78,0	6,80	6,21	11,18	66,69	0,547	-	29,1	24,6	96,9
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	45,0	29,0	4,80	4,58	23,34	47,07	0,476	-	1,2	23,1	96,6
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	75,0	54,0	5,20	5,88	18,93	50,99	0,511	-	6,6	23,8	97,2
Bambu ⁽⁹⁾	<i>Bambusa vulgaris Schrad</i>	60,00	60,0	44,0	5,20	5,56	21,28	50,99	0,496	-	3,2	23,8	96,9
Buriti/MV02-76 ⁽¹⁰⁾	<i>Mauritia vinifera</i>	59,02	75,0	43,0	9,23	7,16	18,40	90,47	0,525	1,91	7,76	36,32	93,83
Buriti/MV09-26 ⁽¹⁰⁾	<i>Mauritia vinifera</i>	58,32	25,0	22,0	7,48	5,94	28,20	73,31	0,460	2,17	0,76	41,39	92,98
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	15,0	1,27	1,96	19,71	12,45	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	25,0	1,83	2,63	23,05	17,95	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	35,0	2,37	2,94	22,26	23,24	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	45,0	2,92	3,43	21,48	28,64	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	55,0	3,47	3,76	20,69	34,03	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	15,0	1,73	1,80	11,47	16,97	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	25,0	2,65	2,94	16,18	25,99	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	35,0	3,14	3,43	16,38	30,79	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	45,0	3,63	3,76	16,38	35,60	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	55,0	4,24	4,25	15,89	41,58	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	15,0	1,59	2,45	14,42	15,59	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	25,0	2,81	3,60	14,32	27,56	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	35,0	3,48	3,76	9,90	34,13	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	45,0	3,70	4,09	9,02	36,28	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	55,0	3,92	4,41	8,14	38,44	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	<i>Crotalaria juncea L.</i>	60,00	-	15,0	1,94	2,29	14,81	19,02	-	-	-	-	-

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPELEIRAS TRADICIONAIS.

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m ²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebentamento (kPa.m ³ /g)	Índice de Rasgo (mN.m ² /g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm ³)	VEA (cm ³ /g)	Permeancia ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	3,24	3,92	24,71	31,77	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	4,32	4,74	19,22	42,36	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	4,62	5,07	14,71	45,31	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	4,92	5,39	10,40	48,25	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	15,0	0,25	1,96	23,93	2,45	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	0,99	2,62	25,99	9,71	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	1,86	3,11	24,61	18,24	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	2,73	3,60	23,24	28,77	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	3,60	3,92	21,87	35,30	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	15,0	1,73	2,12	15,30	16,97	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	2,53	2,94	19,22	24,81	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	3,08	3,43	19,02	30,20	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	3,64	3,92	18,83	35,70	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	4,20	4,58	18,14	41,19	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	15,0	1,28	0,82	18,44	12,55	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	2,03	1,63	22,56	19,91	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	2,66	2,94	18,73	26,09	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	3,35	4,25	16,28	32,85	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	4,24	4,90	15,89	41,58	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	15,0	1,43	1,63	11,87	14,02	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	2,65	2,62	15,40	25,99	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	4,11	3,27	14,61	40,31	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	4,94	3,60	12,75	48,44	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	6,24	4,74	9,41	61,19	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	15,0	1,57	1,80	17,26	15,40	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	25,0	2,66	2,78	21,77	26,09	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	35,0	3,79	3,60	19,32	37,17	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	45,0	4,34	4,09	17,46	42,56	-	-	-	-	-
Crotalária ⁽¹¹⁾	Crotalaria juncea L.	60,00	-	55,0	4,81	4,74	15,69	47,17	-	-	-	-	-

ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS PAPE

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebetamento (kPa.m³/g)	Índice de Rasgo (mN.m³/g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm³)	VEA (cm³/g)	Permeancia ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Eucalipto ⁽¹²⁾	<i>Eucalyptus grandis</i>	60,00	88,0	45,0	8,60	4,90	14,27	84,34	0,630	1,587	-	-	-
Eucalipto ⁽¹²⁾	<i>Eucalyptus grandis</i>	60,00	104,0	60,0	8,85	5,15	14,48	86,79	0,640	1,563	-	-	-
Eucalipto/10 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus paniculata</i>	60,00	33,0	45,0	7,70	5,17	14,12	75,51	0,587	-	-	-	-
Eucalipto/13 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus saligna</i>	60,00	37,3	45,0	7,90	5,20	13,04	77,47	0,620	-	-	-	-
Eucalipto/13 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus citriodora</i>	60,00	32,7	45,0	8,40	5,72	14,71	82,38	0,580	-	-	-	-
Eucalipto/5 anos ⁽¹⁴⁾	<i>Eucalyptus saligna</i>	62,40	30,0	29,0	8,88	6,06	15,20	87,08	0,538	-	-	-	-
Eucalipto/5 anos ⁽¹⁴⁾	<i>Eucalyptus saligna</i>	61,80	45,0	46,0	10,00	7,11	16,67	98,06	0,563	-	-	-	-
Eucalipto/6 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus paniculata</i>	60,00	36,3	45,0	8,00	4,97	11,87	78,45	0,588	-	-	-	-
Eucalipto/7 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus maculata</i>	60,00	37,7	45,0	8,60	5,90	13,63	84,34	0,637	-	-	-	-
Eucalipto/7 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	60,00	31,0	45,0	8,80	6,30	12,94	86,30	0,625	-	-	-	-
Eucalipto/8 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus saligna</i>	60,00	37,0	45,0	10,10	6,45	12,76	99,05	0,672	-	-	-	-
Eucalipto/7 anos ⁽¹³⁾	<i>Eucalyptus citriodora</i>	60,00	59,7	45,0	8,30	5,15	13,24	81,40	0,563	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	28,0	1,95	2,35	17,46	19,12	0,404	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	31,0	2,10	1,65	16,62	20,59	0,459	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	29,5	2,80	2,25	16,33	27,46	0,440	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	2,5	34,5	2,95	3,15	16,82	28,93	0,501	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	28,0	3,45	2,75	11,28	33,83	0,575	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	29,5	3,75	2,70	11,82	36,77	0,569	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	0,0	33,5	3,95	3,55	15,10	38,74	0,578	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	2,5	42,0	3,95	3,45	16,43	38,74	0,538	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	10,0	50,0	4,10	4,55	17,08	40,21	0,593	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	5,0	42,5	4,10	3,70	17,75	40,21	0,557	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	2,5	37,0	4,15	3,85	16,18	40,70	0,542	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	7,5	48,5	4,15	4,05	16,67	40,70	0,580	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	5,0	50,0	4,30	3,90	16,35	42,17	0,564	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	2,5	37,5	4,35	3,65	16,23	42,66	0,592	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	2,5	36,0	4,40	3,65	11,42	43,15	0,566	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	7,5	52,0	4,40	4,05	15,35	43,15	0,609	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis</i> L.	60,00	5,0	44,5	4,45	4,35	16,38	43,64	0,556	-	-	-	-

**ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS
PAPELEIRAS TRADICIONAIS.**

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebatamento (kPa.m²/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm³)	VEA (cm³/g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	10,0	54,5	4,55	4,25	16,13	44,62	0,695	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	7,5	43,5	4,80	4,60	15,45	47,07	0,630	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	5,0	40,5	4,95	3,85	15,25	48,54	0,642	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	7,5	49,0	5,00	4,45	15,89	49,03	0,603	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	10,0	53,5	5,05	4,60	16,62	49,52	0,587	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	2,5	42,5	5,10	3,70	11,08	50,01	0,650	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	10,0	46,5	5,10	4,85	14,46	50,01	0,666	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	5,0	41,0	5,35	4,85	11,87	52,47	0,592	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	7,5	51,0	5,45	4,45	10,15	53,45	0,649	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	10,0	51,5	5,50	4,15	11,77	53,94	0,654	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	5,0	46,0	5,55	4,45	10,20	54,43	0,606	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	7,5	46,0	5,75	4,65	12,41	56,39	0,589	-	-	-	-
Mamona ⁽¹⁶⁾	<i>Ricinus communis L.</i>	60,00	10,0	55,0	5,90	4,40	9,90	57,86	0,662	-	-	-	-
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus taeda</i>	60,00	23,0		5,82	4,37	14,32	57,06					
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus elliotii</i>	60,00	19,0		5,96	4,38	12,45	58,43					
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus elliotii</i>	60,00	22,0		6,15	4,48	11,38	60,28					
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus caribaea</i>	60,00	25,0		6,33	4,33	14,71	62,05					
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus taeda</i>	60,00	22,0		6,38	4,92	14,02	62,56					
Pinus ⁽³⁾	<i>Pinus caribaea</i>	60,00	29,0		6,64	5,02	13,44	65,12					
Pinus/12 anos ⁽¹³⁾	<i>Pinus oocarpa</i>	60,00			7,70	5,79	15,10	75,51					
Pinus/13 anos ⁽¹³⁾	<i>Pinus oocarpa</i>	60,00			7,90	5,68	14,71	77,47					
Pinus/8 anos ⁽¹³⁾	<i>Pinus oocarpa</i>	60,00			7,30	5,20	14,51	71,59					
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	64,70	0,0	32,0	4,14	1,41	13,34	40,60	-	-	20,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	59,70	2,5	45,0	7,32	3,41	9,52	71,78	-	-	120,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	60,90	5,0	57,0	8,11	4,30	8,37	79,53	-	-	240,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	60,00	10,0	73,0	8,36	5,05	6,86	81,98	-	-	1230,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	59,70	7,5	66,0	8,72	4,70	7,55	85,51	-	-	520,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	63,10	0,0	32,0	3,02	0,96	10,88	29,62	-	-	13,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	61,60	2,5	44,0	4,69	2,10	8,60	45,99	-	-	30,00	-	-

**ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS
PAPELEIRAS TRADICIONAIS.**

continuação

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebentamento (kPa.m²/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm³)	VEA (cm³/g)	Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,30	10,0	74,0	6,26	2,83	5,85	61,48	-	-	200,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,00	7,5	62,0	6,30	2,88	6,54	61,98	-	-	160,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,90	5,0	53,0	6,35	2,66	6,97	62,47	-	-	100,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	64,70	0,0	23,0	2,78	1,12	15,15	27,26	-	-	12,50	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,30	2,5	34,0	5,43	2,60	10,73	63,26	-	-	62,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,90	5,0	42,0	6,21	3,47	10,14	60,90	-	-	132,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,30	7,5	52,0	7,13	4,03	9,28	69,92	-	-	224,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,00	10,0	60,0	7,58	4,30	8,17	74,33	-	-	348,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,00	12,5	71,0	7,61	4,44	7,88	74,63	-	-	376,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	63,80	5,0	64,0	7,14	3,75	7,99	70,02	-	-	621,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	65,30	2,5	49,0	7,87	3,14	8,40	77,18	-	-	485,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	65,00	7,5	65,0	8,38	4,98	7,24	82,18	-	-	1479,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	64,00	15,0	77,0	9,09	5,59	6,39	89,14	-	-	1800,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	65,00	10,0	67,0	9,71	4,91	7,24	95,22	-	-	1800,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	64,70	0,0	63,0	4,47	2,05	12,12	43,84	-	-	97,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,90	2,5	66,0	5,91	3,31	11,41	67,96	-	-	201,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	60,60	5,0	74,0	7,17	3,98	9,38	70,31	-	-	396,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	63,40	0,0	65,0	3,61	1,26	17,01	35,40	-	-	40,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	62,50	2,5	69,0	5,75	2,57	10,04	56,39	-	-	120,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,60	5,0	72,0	6,58	3,20	9,87	64,53	-	-	140,00	-	-
Quenafa ⁽¹⁶⁾	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	61,90	7,5	74,0	7,96	3,74	9,19	78,06	-	-	332,00	-	-
Soja/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	63,10	-	21,0	-	0,59	1,99	13,80	-	2,23	4,70	-	99,80
Soja/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	62,00	1,0	33,0	-	1,09	2,62	23,40	-	2,00	14,50	-	99,80
Soja/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	59,60	2,5	43,0	-	1,34	2,37	24,20	-	1,93	24,40	-	99,70
Soja/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	62,50	3,5	49,0	-	1,44	2,30	28,60	-	1,81	39,80	-	99,70
Soja/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	62,30	5,5	58,0	-	1,54	2,16	29,20	-	1,76	69,30	-	99,60
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	21,0	-	2,35	5,59	39,20	0,650	-	-	26,7	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	31,0	-	3,43	5,15	55,90	0,720	-	-	-	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	41,0	-	3,92	4,66	60,31	0,760	-	-	-	-

**ANEXO 2 - RESUMO GERAL DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS COM NON-WOODS E MATÉRIAS-PRIMAS
PAPELEIRAS TRADICIONAIS.**

Espécie	Nome Científico	Gramatura (g/m²)	Tempos de Refinação (minutos)	Grau de Refinação (°SR)	Comprimento de Auto-ruptura (Km)	Índice de Arrebatamento (kPa.m²/g)	Índice de Rasgo (mN.m²/g)	Índice de Tração (N.m/g)	Densidade Aparente (g/cm³)	VEA (cm³/g)	conclusão		
											Permeância ao Ar (Gurley) (s/100ml)	Alvura (%)	Opacidade (%)
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	50,0	-	4,02	4,38	64,23	0,780	-	-	-	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	20,0	-	3,68	5,44	61,78	0,730	-	-	-	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	52,0	-	6,08	4,66	80,90	0,850	-	-	-	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	31,0	-	5,34	4,85	82,38	0,810	-	-	-	-
Trigo/Palha ⁽¹⁷⁾	-	-	-	41,0	-	5,79	4,85	83,36	0,840	-	-	-	-
Trigo/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	61,50	0,0	23,0	-	3,15	6,94	52,20	-	1,92	59,00	-	99,30
Trigo/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	61,20	3,0	32,0	-	5,33	5,84	80,30	-	1,60	194,00	-	98,30
Trigo/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	61,40	22,0	58,0	-	6,73	5,21	80,50	-	1,43	973,00	-	97,00
Trigo/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	62,70	15,0	63,0	-	6,12	5,51	80,80	-	1,45	767,00	-	97,30
Trigo/Resíduo agrícola ⁽⁴⁾	-	63,30	10,0	43,0	-	5,81	5,54	87,00	-	1,45	435,00	-	98,00
Tucum/B104-30 ⁽¹⁰⁾	<i>Bactris inundata</i>	60,21	30,0	44,0	6,91	5,15	24,91	67,75	0,508	1,97	1,98	33,99	97,55
Tucum/B108-10 ⁽¹⁰⁾	<i>Bactris inundata</i>	61,07	10,0	28,0	6,13	3,85	32,58	60,16	0,466	2,15	1,19	31,75	97,78
Tucum/B114-40 ⁽¹⁰⁾	<i>Bactris inundata</i>	57,90	40,0	69,0	8,96	3,69	19,62	87,91	0,551	1,81	3,08	42,99	92,97

FONTES:

- (1) MELO, WISNIEWSKI e ALVES (1975)
- (2) BUGAJER, SALGADO e AZZINI (1983)
- (3) FOELKEL (1975)
- (4) CAHEN et al. (1984)
- (5) BARRICHELO, FOELKEL e BRITO (1976)
- (6) MEDEIROS e ROSSI (1985)
- (7) CORRÊA, LUZ e FRAZÃO (1977b)
- (8) CORRÊA e FRAZÃO (1984)
- (9) AZZINI, NAGAI e CIARAMELLO (1978)
- (10) SANATIEL (2001)
- (11) STRAUBE (1973)
- (12) GOMIDE, OLIVEIRA e COLÔDETTE (1980)
- (13) FOELKEL, BARRICHELO e MILANEZ (1975)
- (14) BRASIL et al. (1972)
- (15) AZZINI, SAVY FILHO e SALGADO (1984)
- (16) CIARAMELLO e AZZINI (1971b)
- (17) DANILAS e CERAGIOLI (1982)